

**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE EN LA EMPRESA
ALUMINA S.A. PARA 100 REFERENCIAS DEL ÁREA EN CRUDO UTILIZANDO
LA TÉCNICA DEL ESTUDIO DEL TRABAJO**

TATIANA ALEJANDRA CASAS PÉREZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2011**

**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE EN LA EMPRESA
ALUMINA S.A. PARA 100 REFERENCIAS DEL ÁREA EN CRUDO UTILIZANDO
LA TÉCNICA DEL ESTUDIO DEL TRABAJO**

TATIANA ALEJANDRA CASAS PÉREZ

**Pasantía Institucional para optar por el título de
Ingeniero Industrial**

**Director
GIOVANNI ARIAS
Ingeniería Industrial**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2011**

Nota de aceptación:

**Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento
de los requisitos exigidos por la Universidad
Autónoma de Occidente para optar al título de
Ingeniero Industrial**

JENNY ALEXANDRA MOSQUERA

Jurado

LUIS ALBERTO GARCÍA

Jurado

Santiago de Cali, 6 de Julio de 2011

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por cada oportunidad y bendición a lo largo de estos años

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional en cada momento de esta etapa

Agradezco a mis compañeros y amigos por sus enseñanzas y apoyo

Especialmente agradezco a mi abuelo, que aunque ya no está, siempre será mi motor y mi mayor motivación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.1. PLANTEAMIENTO	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
2. JUSTIFICACIÓN	17
2.1. ECONÓMICA	17
2.2. EMPRESA	17
2.3. SOCIEDAD	17
2.4. UNIVERSIDAD	18
2.5. ESTUDIANTE	18
3. ANTECEDENTES	19
4. MARCO TEÓRICO	24
4.1. ESTUDIO DEL TRABAJO	24
4.1.1. ESTUDIO DE MÉTODOS.	24
4.1.2. ESTUDIO DE TIEMPOS.	30
4.1.2.1 TÉCNICAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS.	30
5. OBJETIVOS	36
5.1. OBJETIVO GENERAL	36
5.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS	36
6. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	37
6.1. MISIÓN	37
6.2. VISIÓN	37
6.3. MERCADOS Y PRODUCTOS	37
6.4. RESEÑA HISTÓRICA	38
6.5. ENTORNO DEL PROBLEMA	39
7. DEFINICIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE EMPAQUE PARA LAS 100 REFERENCIAS DE LA PERFILERÍA EN CRUDO QUE SE CONSIDERAN DE ALTA ROTACIÓN PARA ESTABLECER EL MÉTODO ACTUAL DEL ÁREA	42
7.1. TIPO DE EMPAQUE PALETIZADO NACIONAL 1	42
7.2. TIPO DE EMPAQUE PALETIZADO NACIONAL 2	43
7.3. TIPO DE EMPAQUE PALETIZADO EXPORTACIÓN	46
7.4. TIPO DE EMPAQUE CARTÓN	47
7.5. TIPO DE EMPAQUE FORSA	50
7.6. TIPO DE EMPAQUE EXPORTACIÓN	51

7.7. TIPO DE EMPAQUE “TRIQUI” (CARTÓN)	52
8. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR DEL PROCESO DE EMPAQUE DE ALGUNAS DE LAS REFERENCIAS DE LA PERFILERÍA EN CRUDO DE ALTA ROTACIÓN.	57
8.1. DIVISIÓN DE LA TAREA EN ELEMENTOS	57
8.2. VALORACIÓN DEL DESEMPEÑO	58
8.3. TOMA DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO	58
8.4. CÁLCULO DE LOS SUPLEMENTOS	59
8.5. CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR	60
8.6. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES TEÓRICAS	68
9. IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS INCURRIDOS EN MANO DE OBRA E INSUMOS PARA EL PROCESO DE EMPAQUE DE 100 DE LAS REFERENCIAS DE LA PERFILERÍA EN CRUDO DE ALTA ROTACIÓN.	74
9.1. DETERMINACIÓN DE COSTOS UNITARIOS DE INSUMOS	74
9.2. DETERMINACIÓN DE COSTOS DE LA MANO DE OBRA	78
10. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN CON AYUDA DE PERSONAL ESPECIALIZADO, DE LAS FICHAS DE EMPAQUE DE LAS REFERENCIAS ESCOGIDAS PARA ESTE ESTUDIO EN DONDE SE ESPECIFIQUEN LAS CARAS CRÍTICAS DE LOS PERFILES.	90
11. CONCLUSIONES	97
12. RECOMENDACIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	101

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Eficiencias promedio por turno por operario Enero –Noviembre 2010	40
Cuadro 2. Resumen tipo de empaque por referencia	55
Cuadro 3. Determinación del tiempo estándar del proceso de empaque de la referencia ALNA315	64
Cuadro 4. Tiempos estándar por referencia	65
Cuadro 4. (Continuación)	66
Cuadro 4. (Continuación)	67
Cuadro 5. Número de ciclos reales versus número de ciclos teóricos para cada referencia	70
Cuadro 5. (Continuación)	71
Cuadro 5. (Continuación)	72
Cuadro 6. Datos peso stretch mesas de empaque	74
Cuadro 7. Datos del peso del polietileno y papel empleados en mesas de empaque	75
Cuadro 8. Resumen costos unitarios insumos empleados en el proceso de empaque	77
Cuadro 8. (Continuación)	78
Cuadro 9. Salarios operarios de empaque temporales	79
Cuadro 10. Salarios operarios de empaque Alumina	80
Cuadro 11. Salario mensual, diario, por turno y por minuto de los operarios de empaque	80

Cuadro 12. Determinación de Costos unitarios por insumos y mano de obra de la referencia ALNA315	82
Cuadro 13. Costos de insumos y mano de obra por paquete y por kilo	83
Cuadro 13. (Continuación)	84
Cuadro 13. (Continuación)	85
Cuadro 13. (Continuación)	86
Cuadro 13. (Continuación)	87
Cuadro 13. (Continuación)	88
Cuadro 14. Análisis defectos Pareto relacionados con un mal empaque	93
Cuadro 15. Comportamiento de las devoluciones por defectos relacionados con un mal empaque en el año 2010 (Kilos)	95

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Número recomendado de ciclos de observación	Pág. 32
---	--------------------

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Árbol del problema	15
Figura 2. Diagrama causa-efecto	16
Figura 3. Diagrama de operaciones	25
Figura 4. Diagrama de recorrido	26
Figura 5. Diagrama hombre-máquina	27
Figura 6. Diagrama bimanual	28
Figura 7. Ejemplo de hoja de trabajo de datos estándares	35
Figura 8. Devoluciones por defectos de mal empaque	39
Figura 9. Kilogramos empacados por turno, por mes año 2010	40
Figura 10. Diagrama de operaciones método tipo de empaque paletizado nacional 1	43
Figura 11. Diagrama de operaciones método Tipo de empaque paletizado nacional 2	45
Figura 12. Diagrama de operaciones método tipo de empaque paletizado exportación	47
Figura 13. Diagrama de operaciones método tipo de empaque cartón	49
Figura 14. Diagrama de operaciones método tipo de empaque Forsa	50
Figura 15. Diagrama de operaciones método tipo de empaque exportación –guacal	52
Figura 16. Diagrama de operaciones método tipo de empaque “triqui”	53
Figura 17. Formato para registro de los tiempos por referencia	58
Figura 18. Imagen de archivo de Excel que calcula los tiempos normales	60

Figura 19. Cuadro para obtener el tiempo estándar de la operación	61
Figura 20. Imagen de archivo en Excel para el cálculo del tiempo normal del proceso de empaque de la referencia ALNA315	63
Figura 21. Determinación del número de ciclos teóricos para la referencia ALNA315	69
Figura 22. Tabla para obtener los costos unitarios de la operación de empaque	81
Figura 23. Ficha técnica de Empaque y datos del perfil y del empaque	91
Figura 24. Diagrama de los defectos Pareto propios de un mal empaque	94
Figura 26. Gráfico de las devoluciones propias de defectos relacionados con mal empaque en el año 2010	95

INTRODUCCIÓN

Actualmente, una de las mayores preocupaciones que atraviesan las empresas consiste en el aseguramiento de la calidad en los diferentes productos y/o servicios que éstas brindan a sus consumidores, con el fin de satisfacer sus requerimientos.

El presente trabajo, permite vislumbrar que muchas veces la ausencia de métodos y mediciones claras acerca de lo que está pasando en los procesos ocasiona dificultades relacionadas con la calidad de los productos y la inadecuada planeación de la producción. Éste, es el caso de una empresa del sector metalmecánico ALUMINA S.A. en la cual se presenta dicha problemática y es objeto de este estudio.

Por lo anterior, cabe mencionar que para la resolución de este problema, se pretende hacer uso de diferentes herramientas analíticas que hacen parte del estudio del trabajo como lo es el estudio de tiempos y el estudio de los métodos, los cuales están integrados en una metodología basada en la observación directa como instrumento de medición y en el análisis de la información. Dicha metodología se divide en tres etapas, que consisten en: la determinación de los tiempos estándar del proceso de empaque para algunas de las referencias de mayor rotación de la perfilería en crudo, la identificación de los costos unitarios incurridos para la realización del proceso de empaque por concepto de insumos y mano de obra, y por último, el diseño e implementación de una forma de empaque estándar que tenga en cuenta las caras críticas del material (fichas de empaque).

Con todo esto, se logró estandarizar el proceso de empaque para 100 de las referencias del área de perfilería en crudo que se consideran como de mayor rotación, en términos de tiempo del proceso, costos de mano de obra e insumos y método de trabajo ; adicional a ello , se realizaron cambios positivos en la empresa, se estandarizó la presentación de los productos y se ejecutaron mejoras en cuanto a la calidad entregada al cliente lo cual permitió disminuir las devoluciones en los meses de Agosto a Diciembre, a solo el 8.6% del total de las devoluciones hechas en el año.

1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO

En la actualidad, todo el entorno empresarial ha estado sometido a grandes cambios, entre los cuales se pueden visualizar reformas en los métodos de trabajo, manejo de la calidad de los productos y/o servicios y en la forma de satisfacer las necesidades de los consumidores. Cada uno de los anteriores aspectos, está ligado a una visión de mejora continua que cada empresa debe implementar con el objetivo de cumplir con los requerimientos del mercado y evolucionar en términos de posicionamiento y competitividad. Las ventajas competitivas hoy en día, están dadas por los aspectos diferenciadores de cada industria que logren atraer a los consumidores y mantenerlos haciendo parte de su mercado brindándoles productos de mejor calidad y menor costo.

La estandarización de los procesos consiste en lograr que los diferentes parámetros de los procesos tengan un comportamiento similar en condiciones normales de operación, entre ellos se puede incluir el tiempo de ejecución de las tareas, los costos unitarios de operación y los métodos de trabajo.

Dicha estandarización es importante porque con ella se obtienen beneficios referentes a la optimización del tiempo de los procesos, es decir, que mediante ésta se reducen los tiempos muertos y los movimientos improductivos, y adicionalmente, se minimizan los costos por mano de obra e insumos lo cual aumenta considerablemente la eficiencia de los procesos.

Alumina S.A.¹ es una empresa metalmecánica que está formada por dos líneas de producción, en la primera se produce perfilería de aluminio bien sea en crudo, anodizada o pintada y en la segunda línea se produce láminas, foil industrial y foil doméstico. Actualmente la línea uno (1) (extrusión de perfilería), cuenta con una sección de empaque, en la cual se presentan varios fenómenos. El primero de estos fenómenos consiste en que los operarios empacan de diferentes formas un mismo material, y además, se presenta una alta rotación del personal de la sección debido a que en términos legales los empleados temporales no pueden permanecer por más de un año vinculados a la empresa. Lo anterior, ocasiona que un mismo material pueda encontrarse en diversas presentaciones, afectándose la estética y en muchas ocasiones la funcionalidad de los productos. El segundo fenómeno está relacionado con las interrupciones en el proceso y el

¹ ALUMINA S.A. Quienes Somos [en línea]. [Cali, Colombia]: Alumina S.A, 2010 [citado el 15 de Agosto de 2010]. Plantas. Planta de extrusión. Disponible en Internet: http://www.alumina.com.co/alumina_spa/quienesSomos/plantas/plantaExtrusion/plantaExtrusion.ph
p>

ausentismo de los operarios encargados de la labor de empaque debido a que han sido enviados a cumplir con otras tareas.

Los fenómenos mencionados anteriormente, dejan entrever el problema de fondo que realmente se está presentando el cual está ligado a que no se tiene implementado un método estándar claro en la forma, tiempo y costo del empaque, lo que genera que se presente gran variedad en la manera como se entrega el producto a los consumidores y en algunas ocasiones esto es motivo de devoluciones por parte de éstos.

Según lo anterior, y teniendo en cuenta la importancia que hoy en día implica la buena presentación de los bienes ofrecidos al cliente en términos de calidad, estética y preservación del producto, es necesario lograr la estandarización del proceso de empaque para algunas de las referencias de la perfilería en crudo de más alta demanda, las cuales se consideran como de alta demanda, para beneficiar a la empresa en términos de reducción de costos y aumento en la eficiencia de la línea.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En este contexto ¿Cómo se puede lograr la estandarización del proceso de empaque para algunas de las referencias de la perfilería en crudo que se consideran como de alta rotación, en términos de tiempo del proceso, costos de mano de obra e insumos y método de trabajo en la empresa ALUMINA S.A.?

¿Cómo se determina el tiempo estándar del proceso de empaque de algunas de las referencias de la perfilería en crudo que se consideran como de alta rotación?

¿Cuáles son los costos estándar de algunas de las referencias de la perfilería en crudo que se consideran como de alta rotación en términos de mano de obra e insumos empleados en el proceso?

¿Qué procedimiento se va a llevar a cabo con el fin de unificar el método de empaque de algunas de las referencias de la perfilería en crudo que se consideran como de alta rotación?

La figura 1 del árbol del problema explica de manera gráfica el planteamiento y la formulación del problema.

Figura 1. Árbol del problema

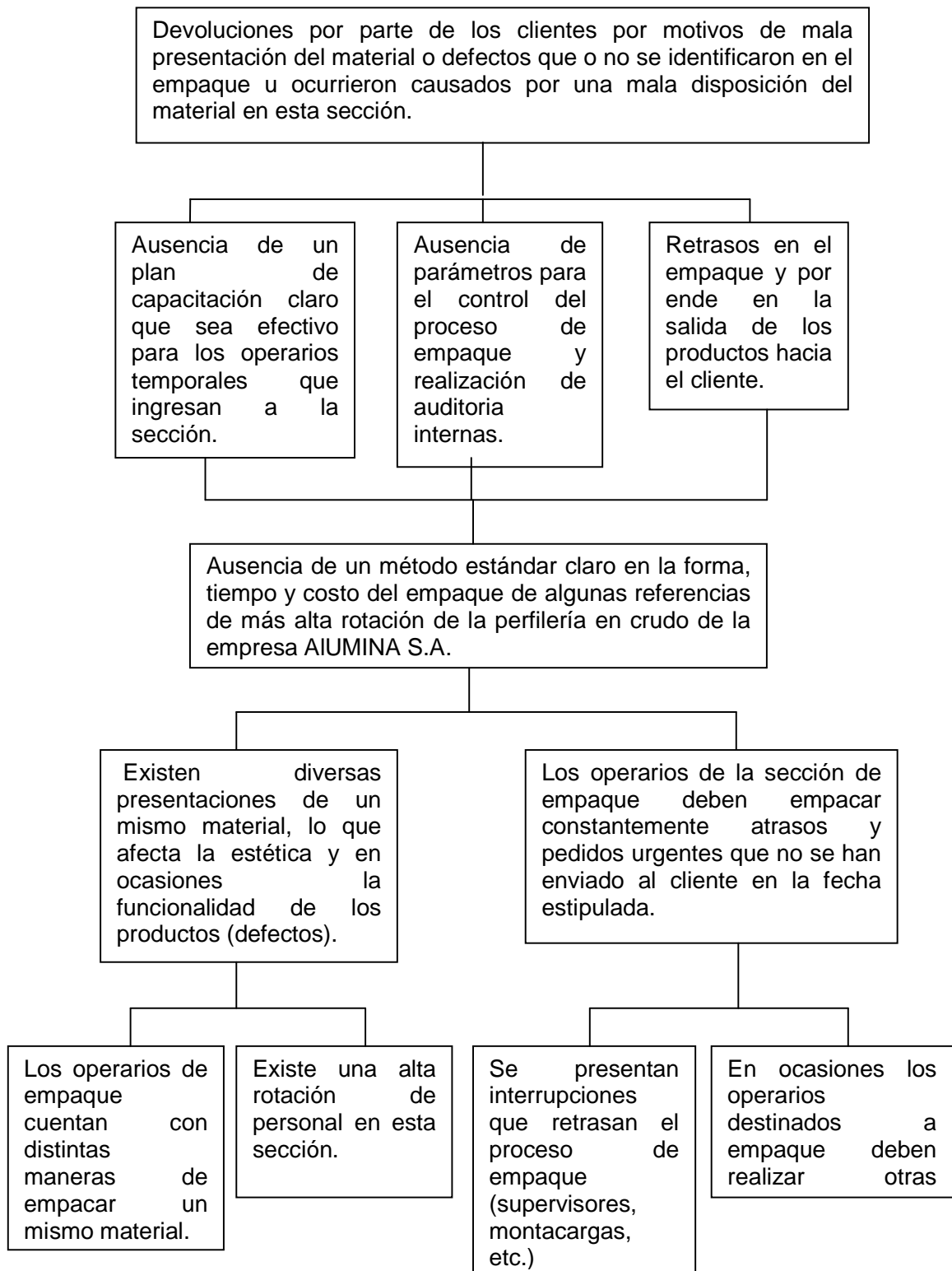
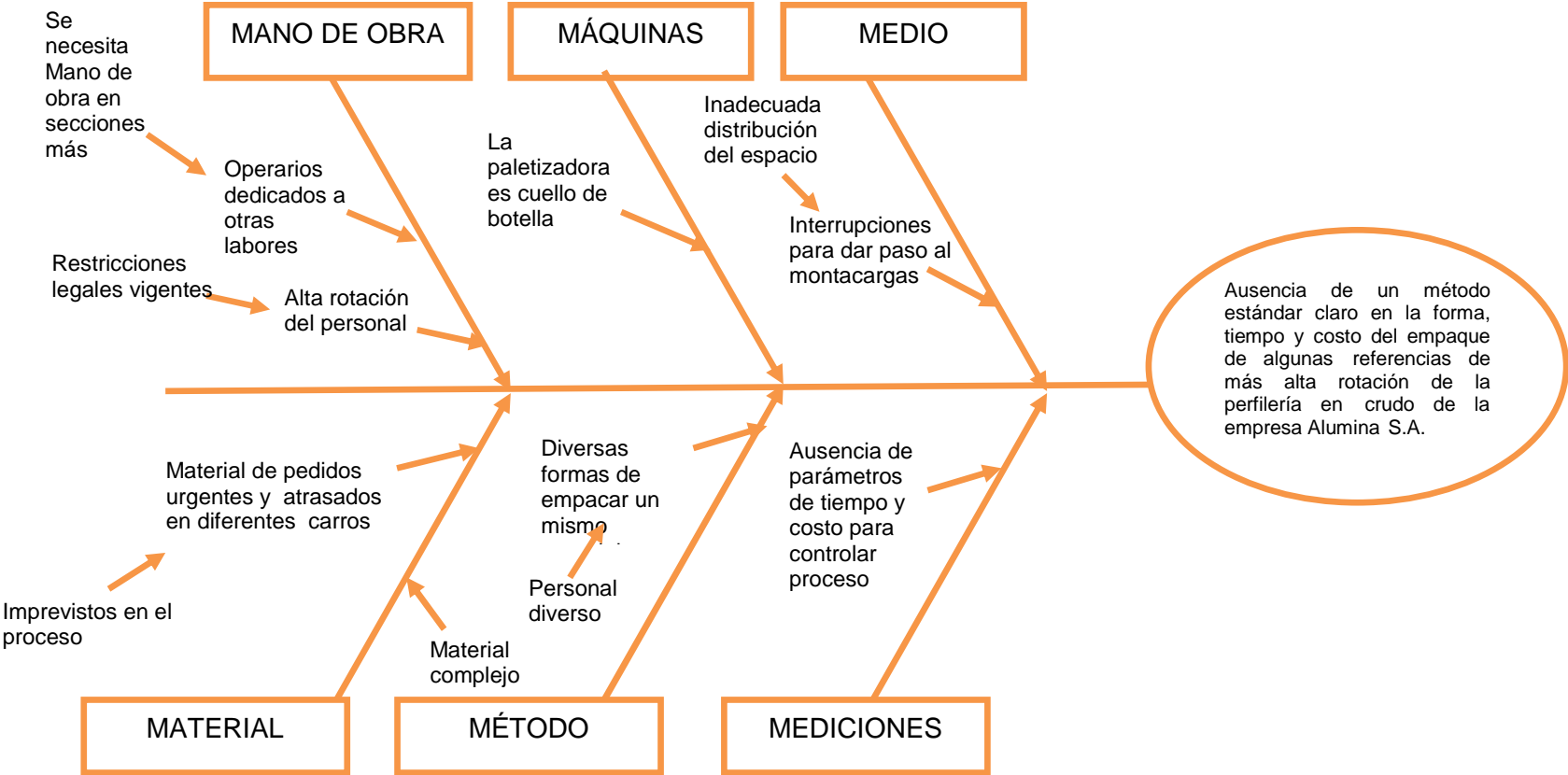


Figura 2. Diagrama causa-efecto



2. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto se considera útil debido a que existen diversos elementos de la sociedad que se van a beneficiar de él.

2.1. ECONÓMICA

En términos económicos, este proyecto es muy importante para la empresa ALUMINA S.A., puesto que la estandarización del proceso de empaque le traerá grandes beneficios en términos de disminución de costos por rechazos y devoluciones de los clientes a consecuencia de un empaque inadecuado.

Lo anterior, se explica debido a que al contar con una forma unificada de empaque, el material se protege adecuadamente en función del cuidado de sus caras críticas, y además se cumplen los requisitos estéticos de presentación, satisfaciendo apropiadamente los requerimientos de los clientes y evitando que la empresa incurra en costos por reprocesos y reposiciones de material.

2.2. EMPRESA

La empresa Alumina S.A. se verá beneficiada con la realización del proyecto, porque a través de la solución de la problemática planteada en él, dicha empresa contará con un proceso de empaque debidamente estandarizado para algunas de las referencias de más alta rotación, lo que se verá reflejado en que los operarios empaquen de una sola forma una misma referencia, guiados por las guías de empaque. Lo anterior le permitirá a la compañía el cumplimiento a sus clientes en términos de estética y buena presentación de sus productos, incrementando la satisfacción de sus consumidores y disminuyendo las devoluciones por problemas en el empaque. Adicionalmente se conocerá el tiempo estándar del proceso y con él, los costos incurridos por la empresa en mano de obra e insumos, lo que cual le permitirá a ésta llevar un mayor control sobre estos aspectos.

2.3. SOCIEDAD

A nivel nacional e internacional, los clientes de la empresa Alumina S.A. que hacen parte de la sociedad, se verán beneficiados con el proyecto planteado, debido a que recibirán de la compañía, productos debidamente empacados, los cuales se encuentren en buen estado y cuenten con una excelente presentación. Esto les permitirá satisfacer sus expectativas y cubrir sus requerimientos en

cuanto a las especificaciones de los productos, evitando que se realicen devoluciones que afecten a sus propias compañías en términos de tiempo y costos.

2.4. UNIVERSIDAD

La Universidad Autónoma de Occidente se beneficiará de este proyecto, debido a que uno de sus estudiantes, ayudará a resolver un problema práctico presente en el medio industrial de la sociedad, lo cual permitirá involucrar a la UAO como agente de solución dentro del contexto social, incrementando su credibilidad y renombre en la comunidad. Adicionalmente la universidad contará con la oportunidad de trabajar junto con la empresa y sus estudiantes generando una red de cooperación en la cual se combinen equilibradamente conocimientos y experiencias del medio industrial, para beneficio de ambas partes.

2.5. ESTUDIANTE

El estudiante se beneficiará debido que aportará a la solución de un problema de la sociedad, haciendo uso de su conocimiento y de las herramientas brindadas por la universidad. Es importante mencionar, que el estudiante podrá efectuar la aplicación de todos los conceptos vistos a lo largo de toda la carrera, con el fin de alcanzar los objetivos necesarios que le permitirán optar por su título profesional.

3. ANTECEDENTES

Como se ha mencionado anteriormente, la estandarización de los procesos es hoy en día una estrategia con la cual cuentan las empresas para incrementar su productividad y con ello conseguir mayor competitividad en el mercado. Haciendo una revisión documental de la problemática planteada en este trabajo, se pudo evidenciar que existen múltiples estudios realizados al respecto a nivel mundial, en todo tipo de empresas de bienes y/o servicios.

Es el caso de Yasser A Al-Dohaim y Syed Abid Ali Naqvi² quienes realizaron un análisis de los procesos de producción de una fábrica de aluminio de Arabia Saudita que se especializa en el diseño y producción de casas prefabricadas. Un proceso esencial en la producción de casas prefabricadas es el corte y plegado de chapas de metal en una dimensión específica para formar los bordes de las paredes. Estas paredes se ensamblan para formar más tarde la casa prefabricada. El método actual que se emplea para llevar a cabo estos procesos fue analizado para eliminar cualquier tipo de trabajo innecesario. Al final, el objetivo de este trabajo fue llevar a la normalización los procesos de la empresa, con el fin de disminuir el consumo inadecuado del tiempo del hombre y de la máquina, así como la mala utilización de los materiales. El análisis se realizó con la ayuda de la técnica para el estudio de tiempos denominada tiempos predeterminados y empleando herramientas como diagramas del proceso para dividir en elementos la operación y diagramas hombre máquina. Finalmente, se concluyó que el uso de técnicas de diseño del trabajo para la mejora de la productividad de las estaciones de trabajo fue de gran importancia, ya que se logró optimizar el proceso y se consiguió aumentar la eficiencia del proceso en un 16%.

Como se puede observar esta investigación se aproxima a la temática del proyecto, por lo cual se considera una herramienta útil, como base para la realización de la estandarización del proceso de empaque de algunas de las referencias de mayor rotación de la perfilería de aluminio, en términos de tiempo, costo y método de trabajo.

Por otro lado, Paosila y Sanyaluck, M.S³ los cuales en su publicación “Applying the techniques of motion and time study, plant layout, and TQM to the real situation”, exponen la situación de la empresa Thai-German Plastic, la cual presentaba muchos problemas que al parecer podían resolverse con conceptos como: estudio de tiempos y movimientos, distribución de planta, y aplicación de la Gestión de

² AL-DOHAIM, Y.A.; NAQVI, S.A. Using work design techniques and method engineering to enhance productivity. En: Industrial Engineering. Norcross: 1993. Tomo 25, N° 7; pag. 58, 3 pag.

³ PAOSILA; M.S, SANYALUCK. Applying the techniques of motion and time study, plant layout, and TQM to the real situation. En: California State University, Dominguez Hills. Estados Unidos, California:1999. 28 pags.

Calidad Total. En primer lugar, los autores expresan que es importante implementar la Gestión de Calidad Total en la empresa, después, hablan de la aplicación de una nueva disposición de la planta con el fin de reducir recorridos improductivos, por último enfatizan en que es importante realizar un estudio de métodos y tiempos en la compañía para determinar los movimientos inefectivos y los tiempos muertos. Después de realizar las respectivas mediciones y análisis y aplicar la metodología de Deming para la realización de dicho estudio, los resultados arrojados por éste se basaron en que una vez determinados los métodos y tiempos estándar, los empleados realizaban sus tareas asignadas más rápida y eficientemente incrementando la calidad de su trabajo y con ello la productividad de la organización.

Lo anterior permite vislumbrar la importancia de un proceso de estandarización bien planeado para obtener los resultados esperados en términos de aumento de las eficiencias de los procesos.

De otro lado, Kuykendall⁴ en su publicación denominada "A classic approach", presenta el caso de Diamond Chain Co (Indianápolis, Indiana), un líder en la industria de la cadena de rodillos, el cual se dio cuenta que necesitaba aumentar las importaciones y satisfacer la demanda cambiante de los consumidores con el fin de incrementar su ventaja competitiva. Entonces, Diamond estableció un departamento de ingeniería industrial con un personal que fue entrenado en las técnicas de medición clásica de trabajo. La introducción de técnicas de medición del trabajo, junto con el seguimiento de la producción y de mano de obra, aumentó significativamente la eficacia de los esfuerzos en reducción de costos, mientras se realizaban mejoras en la optimización del material y los demás recursos. Kuykendall concluyó que Diamond entre 1981 y 1985, experimentó una reducción del 45,7% en las horas de mano de obra directa como resultado de la mejora de métodos de trabajo.

Adicionalmente, en el mundo se han realizado diversos estudios relacionados con el estudio de métodos y tiempos para el incremento de la productividad de las empresas y para la estandarización de los procesos.

En este contexto, Bruce Burrow⁵ en uno de sus artículos, expone que en los estudios de métodos y tiempos, el tiempo del reloj no es el objetivo más importante. Claro, puede ser un factor, pero hay muchas más razones detrás. Por ejemplo, en estos estudios se encuentra la oportunidad para la gente que desarrolla los diversos trabajos de conseguir una dosis de lo que realmente está sucediendo en los procesos, y de plantearse preguntas como ¿Cómo esta

⁴ KUYKENDALL, V. L. A Classic Approach. En: Manufacturing Systems. Wheaton: Diciembre, 1986. Vol. 4, Iss. 12; pg. 30, 2 pgs

⁵ BURROW, Bruce. PRINCIPLES OF ESTIMATING. En: Automotive Body Repair News. Estados Unidos, Cleveland: Sep 2004. Vol. 43, Iss. 9; pg. 72, 1 pags

operación se está haciendo realmente? y ¿Qué partes hay que eliminar para incrementar la eficiencia?, Claro esto, Burrow también menciona que en un estudio de este tipo, no solamente se debe tener en cuenta los tiempos arrojados por el reloj, también es necesario considerar las necesidades y habilidades humanas, las cuales en ocasiones generan interrupciones en los procesos, pero muchas veces representan fortalezas para los mismos. Todo lo dicho anteriormente, permite evidenciar la importancia de la sensibilización de los trabajadores para que adquieran adecuadamente los métodos de trabajo de forma que se logre la estandarización de los procesos y se obtengan los beneficios que esto conlleva para las organizaciones.

De otro lado, Koehler, Kenneth⁶ en su ensayo sobre análisis de tiempos y costos señala que en la mayoría de las organizaciones, se debe buscar continuamente mejorar la productividad de los trabajadores en todos los niveles. Para ello, debemos tener en cuenta tres cosas: 1. El costo efectivo de un empleado, por unidad de tiempo, 2. La asignación de tiempo a tareas "productivas" y "no productivas" y 3. La revisión de alternativas para hacer un mejor uso del tiempo de los recursos humanos disponibles. En la mayoría de las organizaciones, el costo efectivo de un empleado por hora, por lo general no se conoce. Para poder determinarlo, es importante inicialmente determinar cuáles de las tareas del trabajador son productivas y cuáles no. Para determinar el tiempo empleado, según el autor existen tres métodos. El primero, consiste en entrevistar a los empleados interrogándoles acerca sobre el modo de empleo de su tiempo disponible para cumplir con su labor; el segundo, consiste en que los empleados registren en algún formato, el tiempo que emplean en su trabajo, y finalmente el último método hace referencia a la utilización de los métodos de muestreo del trabajo. Cuando se encuentra el tiempo empleado en las diferentes actividades, se multiplica por la unidad efectiva de los costos por trabajador por hora, información muy importante que expone el verdadero costo de los procesos. Generalmente, los resultados obtenidos siempre crean oportunidades de mejora con el fin de hacer las organizaciones más productivas.

Como se puede vislumbrar, el estudio anterior se acerca aún más a la temática tratada en este proyecto, lo que lo constituye una herramienta bibliográfica importante para la base de este estudio.

Vicente Reuter⁷, menciona que el estudio del trabajo es una herramienta de gestión que pueden ayudar a las empresas a implementar y mantener programas para reducir los costos, mediante la utilización efectiva de los recursos disponibles.

⁶ KENNETH, Koehler. Time Cost Analysis. En: CMA Management. Hamilton: Mayo de 1992. Vol. 66, Iss. 4; pag. 16, 1 pags

⁷ REUTER, G. Vicente. Un plan de ejecución de la productividad. Gestión Industrial. Estados Unidos, Norcross: septiembre / octubre 1980. Vol. 22, Iss. 5; pag. 1

El estudio del trabajo se divide en dos partes: el diseño del trabajo (método eficaz de hacer el trabajo) y la gestión del trabajo, (tiempo que debe tener un trabajo). Para la aplicación de un nuevo estudio del trabajo para mejorar la productividad es necesaria:

- Realizar reuniones con la dirección.
- Estudiar la distribución de trabajo (diagramas de flujo).
- Identificar los problemas y eliminar las operaciones innecesarias.
- Medir la actividad productiva con todos los estándares de tiempo se desarrollan a través de medición del trabajo.
- Planear y preparar la aplicación del programa.
- Ejecutar el programa y llevar a cabo el necesario seguimiento.
- Siguiendo estos pasos, se obtendrán resultados sobre los puntos críticos de los procesos en donde seguramente se deben implementar las mejoras para alcanzar un aumento en la productividad ligado a una reducción en los costos.

En conclusión, de todos los estudios mencionados, el que más se adecua a los objetivos planteados en este proyecto, es el de Koehler, Kenneth, puesto que éste realiza un análisis de tiempo y costos evaluando los pasos más importantes a seguir para el logro de la determinación del costo de un proceso, lo cual es de gran utilidad para el desarrollo de la temática citada en este anteproyecto.

Adicionalmente, los demás estudios también son útiles en esta investigación puesto que cada uno brinda elementos que pueden ser usados como una base para el desarrollo de la misma, es el caso de Paosila y Sanyaluck, M.S los cuales hablan sobre los diversos factores que pueden emplearse para la resolución de problemas como son: estudio de tiempos y movimientos, distribución de planta, y aplicación de la Gestión de Calidad Total, entre otros. Por otra parte, el autor Bruce Burrow, expresa que tan importantes son las necesidades y habilidades del recurso humano que deben ser consideradas además del tiempo empleado en el proceso, pues muchas veces son estas habilidades las que marcan la diferencia.

De otro lado, es importante anotar que en la empresa ALUMINA S.A. se han realizado estudios sobre estandarización de procesos, e incluso se han iniciado proyectos referentes a las fichas de empaque.

En 2008, Juan Pablo Osorio asistente de calidad inicio el proyecto de las fichas de empaque, el cual consistía en un proyecto similar al que se va a realizar en este estudio. Dicho proyecto se basó en la determinación de la forma estándar del empaque de veinte referencias de la perfilería de la empresa, lo cual incluía las especificaciones de insumos empleados, número de piezas por paquete, y tipo de acabado.

En ese mismo año, personal de los departamentos de extrusión y acabados realizaron la estandarización de la producción, preempaque, pretratamiento y pintura para las referencias FSPN011 y RSH042 con el objetivo de garantizar los ensambles del material para su uso final (persianas). Inicialmente, para evitar los rechazos por torcedura se empleó placas de grafito a la salida de las prensas; por otro lado, en la sierra en frío se especificó un máximo de 4 piezas por mesa al momento del corte; seguidamente, en el pretratamiento se estableció que los separadores deberían estar ubicados en forma lineal, y finalmente se determinó que no es posible que el espesor de la pintura supere las 80 micras.

Adicionalmente, en 2008 Pedro Hoyos del departamento técnico, realizó un proyecto enfocado a la estandarización de la paletizadora, en el cual busco determinar el tiempo estándar del proceso de paletizado (por caja de perfiles de 6 metros), estableciendo los insumos empleados para ello y la mano de obra requerida. Finalmente se encontró el porcentaje de los tiempos muertos del proceso, ante lo cual se propusieron mejoras.

En 2009, Vladimir Moreno, Andrés Felipe Tabarquino, Raúl Álvarez, Orlando López y Wilber Guzmán realizaron un proyecto relacionado con fichas de preempaque, consistente en la elaboración de formatos que especificaran la forma estándar como debía empacarse el material en los carros una vez éste salía de la sierra y se preparaba para entrar a los hornos de envejecimiento. Este proyecto fue muy importante, debido a que la inadecuada realización del preempaque podía originar defectos de fricción y golpes que generaba grandes pérdidas por rechazos internos para la empresa.

En 2010, los supervisores de extrusión junto con los asistentes de calidad del departamento técnico realizaron la estandarización de la producción de material para aleación veintiocho (AA6261), con el fin de mejorar y garantizar las propiedades mecánicas de los materiales sin afectar sus dimensiones, todo ello para disminuir el porcentaje de rechazo de los productos de esta aleación.

En general, todas las investigaciones citadas son importantes y se tendrán en cuenta como una base sólida para la realización de este proyecto.

4. MARCO TEÓRICO

Con el fin de sustentar las temáticas propias de este anteproyecto, se pretende dar a conocer a continuación algunas de las ideas más recientes acerca de los principales conceptos a tratar en este estudio.

4.1. ESTUDIO DEL TRABAJO

En su libro Fred E. Meyers⁸ hace una recopilación de la historia de los estudios de tiempos y movimientos realizados. Vale la pena, destacar que cerca de 1880, Frederick Taylor fue el primero que usó un cronómetro para medir el trabajo, con el propósito de definir la “jornada justa de trabajo”; y, después, en 1900 Frank y Lillian Gilbreth empezaron a trabajar con estudios de métodos con el propósito de encontrar el mejor método de trabajo.

La mano de obra siempre ha representado uno de los principales factores determinantes del costo de un bien. Conforme se mejora a la productividad de este factor, se espera que los costos disminuyan y los ingresos y utilidades se incrementen. El volumen producido por hora de mano de obra es la medida más común de productividad, y las técnicas de estudios y tiempos proporcionan herramientas para medir y mejorar la productividad en las empresas.

No obstante, el estudio del trabajo comprende dos técnicas, el estudio de métodos, y el estudio de tiempos o medición del trabajo.

4.1.1. ESTUDIO DE MÉTODOS. Según María del Rocío Quesada y William Villa el estudio de métodos es “el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo”⁹, cuyo fin es la normalización del método.

El fin del estudio de métodos es encontrar formas más efectivas de realizar una tarea que generen mejoras en el proceso y disminuyan los costos de operación. Algunos de los objetivos del estudio de métodos están ligados a la estandarización de los procesos, a la mejora de la disposición de los lugares de trabajo, y a la economía en el esfuerzo humano y los recursos materiales empleados en los procesos.

⁸ MEYERS, Fred E. Estudio de tiempos y movimientos. Traducido por Gabriel Sánchez García. 2 ed. México. D.C: Pearson Educación, 2000.334pag.

⁹ QUESADA, María del Rocío; VILLA, William. Estudio del trabajo: Notas de clase. Medellín, Colombia: Fondo editorial ITM, Sep 2007.ISBN 978-958-98275-9-8.pag 67-70.

Es importante anotar, que el conjunto de actividades y responsabilidades que se le asigna a un trabajador en una organización se denomina “Puesto de trabajo” y el estudio de métodos participa en el diseño del trabajo, haciendo uso de algunas técnicas.

4.1.1.1 PASOS PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE MÉTODOS. Inicialmente en el estudio de métodos, se debe registrar el método empleado, para lo cual, existen una variedad de diagramas entre los que se tiene:

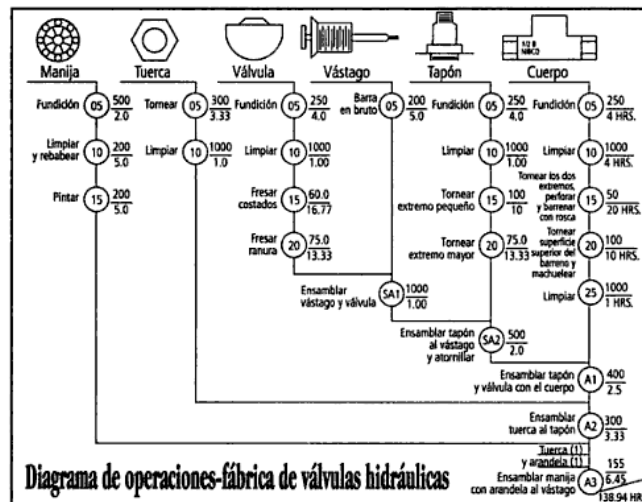
- El diagrama de proceso / operaciones, de ensamble o sinóptico de procesos: Según Benjamin Niebel¹⁰ , “muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, holguras y materiales que se usan en un proceso de manufactura desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado.
- El diagrama de procesos/flujo: Según Niebel citado anteriormente, además de registrar las operaciones e inspecciones, estos diagramas” muestran todos los movimientos y almacenamientos de un artículo en su paso por la planta”.
- El diagrama de recorridos/ hilos: Según Quesada y Villa¹¹, se trazan sobre un plano de planta, los recorridos que realizan en la organización las personas, los materiales y los equipos.
- El diagrama de hombre-máquina/ grupo o cuadrilla: Diagrama que indica la relación en tiempo entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina.
- El diagrama bimanual: Niebel explica que “se usa para estudiar analizar y mejorar una estación a la vez”. Se representan todos los movimientos y pausas realizadas por la mano izquierda y la mano derecha y las relaciones entre las divisiones básicas relativas de la ejecución del trabajo.

En donde se va de lo más general de los procesos a los más específico de arriba hacia abajo en la lista anteriormente mencionada
A continuación se muestran algunos formatos de los diagramas:

Figura 3.Diagrama de operaciones

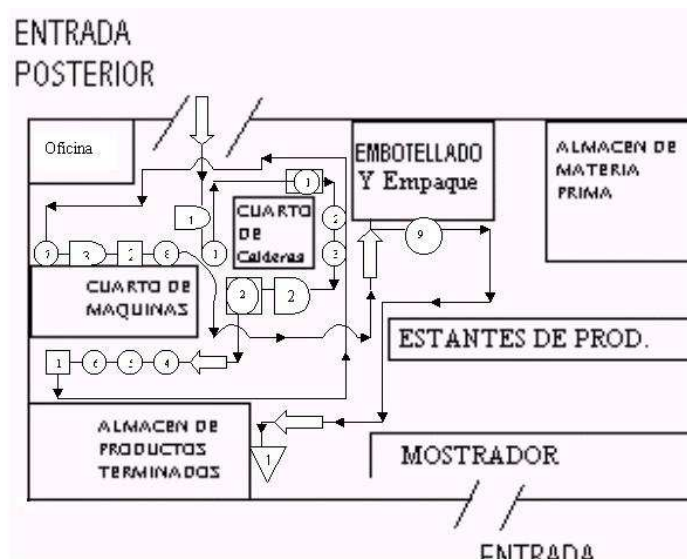
¹⁰NIEBEL, Benjamin;FREIVALDS,Andris. Ingeniería industrial:Métodos, estándares y diseño del trabajo. Traducida por Marcia González Osuna.10ed.México.D.C: Alfa Omega Grupo Editor, 2001.ISBN 0-256-19507-2. Pags.27-39.

¹¹ QUESADA;VILLA .Op.cit.,pags 78-84.



Fuente MEYERS, Fred E. Estudio de tiempos y movimientos. Traducido por Gabriel Sánchez García. 2 ed. México. D.C: Pearson Educación, 2000.pag 53.

Figura 4.Diagrama de recorrido



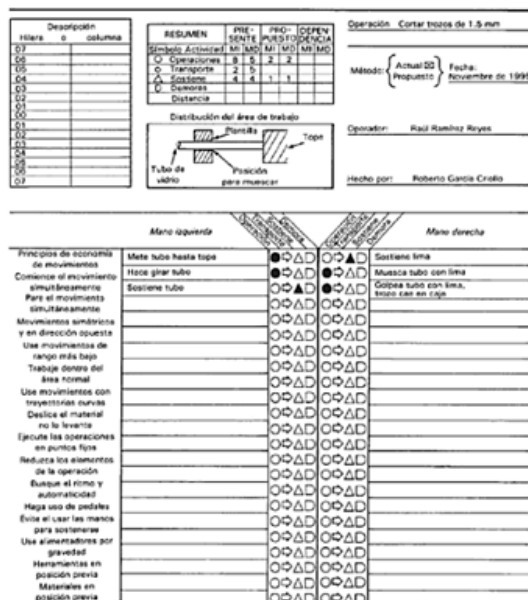
Fuente: GÁMEZ L, Adriana. Estudio del trabajo [online]. Centro Universitario de Culiacán. Unidad II. [Creado por:Webbuilder]. Disponible en internet en: <<http://usuarios.multimania.es/estudio1adriana/experiences.html>>

Figura 5.Diagrama hombre-máquina

MAQUINA		OPERADOR #1		OPERADOR#2	
OPERACION	TIEMPO	OPERACION	TIEMPO	OPERACION	TIEMPO
Realzar barra	.06	Colocar casquillo en prensa pequeña	.12	Tirar de vástago o barra hasta estante de enfriamiento	.20
Ubicar barra	0.10	Expulsar "maqueta" aplicando presión	.10	Caminar hacia la prensa	.15
Colocar modelo	.03	Botar casquillo	.23		
encender gas	.04	Botar "maquina" y dejar a un lado tenazas	.13	Tomar barra con tenazas y retirar	.36
trefilar	0.52	Tiempo muerto	.04		
flaquear abrazadera	.09	Tomar tenazas y llevar a posición	.07		
precisar la máquina y colocar.	.07	Guiar casquillo de cortadora a prensa pequeña	.22		.11
					.09
TIEMPO ACTIVO	0.91		0.87		0.91
TIEMPO MUERTO	0		0.04		0
TOTAL	0.91		0.91		0.91
% UTILIZACIÓN	100%		95%		100%

Fuente: GÁMEZ L, Adriana. Estudio del trabajo [online]. Centro Universitario de Culiacán. Unidad II. [Creado por:Webbuilder]. Disponible en internet en: <<http://usuarios.multimania.es/estudio1adriana/experiences.html>>

Figura 6.Diagrama bimanual



Fuente: QUESADA, María del Rocío; VILLA, William. Estudio del trabajo: Notas de clase. Medellín, Colombia: Fondo editorial ITM, Sep 2007.P 90. Disponible en internet en: <http://books.google.com.co>

No obstante, los autores Quesada y Villa¹² explican, que una vez se han registrado los procesos, se deben analizar y evaluar las actividades o los elementos del proceso. Dicho análisis consiste en la interrogación acerca de la forma, existencia, lugar, orden y persona que realiza una respectiva tarea. Algunas técnicas muy usadas para esto son:

- Técnica del interrogatorio: Está basada en cuestionamientos acerca de la necesidad de la operación, y las consecuencias de su posible eliminación o combinación con otra tarea.
- Lista de comprobación de análisis: apoya la técnica del interrogatorio:

- Lista de comprobación de análisis: apoya la técnica del interrogatorio:

COMPRENDA

- ¿Qué se logra?
¿Dónde se hace?
¿Quién lo hace?
¿Cómo lo hace?

ANALICE

- ¿Es necesario?
- ¿Por qué ahí?
- ¿Por qué esa persona?
- ¿Por qué de esa manera?

¹² QUESADA:VILLA .Op.cit.,pags.77-96.

- Análisis de valía o evaluación técnica: Acercamiento sistemático a la reducción de los costos durante el cual las piezas, los materiales, y los trabajos de fabricación son examinados para determinar su valor para el producto. El objetivo del análisis es conseguir un rendimiento de igual o mejor calidad a menor costo.

Cabe mencionar, que Niebel¹³ recomienda tomar cada elemento del método actual y analizarlo, y propone nueve enfoques principales en los cuales se debe hacer énfasis, y los cuales se pueden evaluar en una lista de verificación como la mencionada anteriormente. Estos enfoques son:

- Propósito de la operación.
- Diseño de partes
- Tolerancias y especificaciones
- Material
- Secuencia y procesos de manufactura
- Preparaciones y herramientas
- Manejo de materiales
- Distribución de planta
- Diseño del trabajo.

Después de la realización de los análisis pertinentes y con la colaboración de los supervisores, operarios y demás personas involucradas con el proceso, se generan nuevos métodos de trabajo los cuales deberán ser evaluados posteriormente. Dicha evaluación deberá estar enfocada en los siguientes aspectos: costo, productividad, facilidad de implementación e impacto en la calidad de la vida laboral.

Una vez el mejor método ha sido seleccionado, y ha sido probado, se presenta en la organización en términos cuantitativos las bondades de este nuevo método, con el fin de que genere un buen impacto y se evite la resistencia al cambio presente en todos los contextos.

Una vez el método ha sido aprobado por los directivos es necesario realizar programas de capacitación a los empleados para que éstos sepan cómo realizar de manera adecuada su labor. Dicha capacitación debe constar de dos etapas, instrucción verbal e instrucción demostrativa, con el fin de lograr que las personas entiendan y aprendan adecuadamente el nuevo método.

Finalmente, es necesario realizar controles para verificar, si están cumpliendo los objetivos del nuevo método, para esto se puede obtener ayuda de las técnicas de medición del trabajo, con el fin de lograr que las mejoras implementadas den los

¹³ NIEBEL;FREIVALDS. Op.cit., pags 59-107.

resultados esperados para la organización y todas las personas involucradas en los procesos.

4.1.2. ESTUDIO DE TIEMPOS. Según Niebel¹⁴ el estudio de tiempos con frecuencia se define como “un método para determinar un día de trabajo justo”, definiéndose “un día de trabajo justo” como “cantidad de trabajo que puede producir un empleado calificado cuando trabaja a paso normal y usando de manera efectiva su tiempo si el trabajo no está restringido por limitaciones del proceso”.

De otro lado, el autor define empleado calificado como “un promedio representativo de aquellos empleados que están completamente capacitados y pueden realizar de manera satisfactoria cualquiera o todas las etapas del trabajo involucrado, de acuerdo a los requerimientos del trabajo bajo consideración”. Y así mismo, la definición de paso normal es “la tasa efectiva de desempeño de un empleado calificado, consiente, a su paso, cuando trabaja ni aprisa ni despacio y tiene el debido cuidado con los requerimientos físicos, mentales o visuales del trabajo específico”.

Con las definiciones anteriores, se puede concluir que el objetivo del estudio de tiempos es determinar cómo debe ser “el día justo de trabajo”, lo cual garantice beneficios para la empresa y para el empleado.

4.1.2.1 TÉCNICAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS. Según Fred E. Meyers¹⁵ y Niebel¹⁶, entre las técnicas para el desarrollo de los estándares de tiempo, se encuentran:

- **Estudio de tiempos con cronómetro:** Como su nombre lo indica, ese tipo de estudios se realiza haciendo uso de un cronómetro, que ser de varios tipos (de tapa, continuo, tres cronómetros, digital, TMU – en cienmilésimas de hora, computadora) los cuales difieren en la unidad de medida y deben ser escogidos según la clase de tarea a evaluar.

Según Alfredo Caso Neira¹⁷, dentro de los pasos que se deben seguir para realizar un estudio de tiempos, inicialmente, se debe recopilar toda la información necesaria para realizar el estudio referente a la tarea a medir, las condiciones de trabajo, el operario que la realiza, etc. A continuación, se debe elegir a un operario experimentado que haya superado la curva de aprendizaje y que domine bien el método de trabajo realizado.

¹⁴ NIEBEL; FREIVALDS. Op.cit., pag 317.

¹⁵ MEYERS, Op.cit. pags 37-110

¹⁶ NIEBEL; FREIVALDS. Op.cit., pags 318-541.

¹⁷ CASO N, Alfredo. Técnicas de medición del trabajo. 2 ed. Madrid: FC Editorial,2006 .ISBN 84-961698-98.

Seguidamente se debe dividir la operación en elementos con el fin de facilitar la medición e identificar en donde se están realizando tareas improductivas. Los elementos se pueden clasificar en: regulares o repetitivos, irregulares o de frecuencia, extraños o casuales, interiores y exteriores.

Se puede usar dos técnicas para registrar con el cronómetro los tiempos de los elementos durante un estudio, el método de regresos a cero, y el método continuo. El primero consiste en parar el cronómetro después de cada operación y llevarlo a cero de nuevo lo cual evita realizar las restas sucesivas. El segundo método, consiste en no parar el cronómetro solo hasta el final de la operación, lo cual se considera adecuado ya que presenta un registro completo de toda la operación.

Adicionalmente en estos estudios con cronómetro se debe determinar el número de ciclos a estudiar para llegar a un estándar justo, para ello se pueden usar dos métodos.

Según información de Ralph Barnes¹⁸ el método de la fórmula, es una técnica estadística donde se toma una muestra preliminar y se aplica la siguiente expresión:

$$N = \left(\frac{40 \times \sqrt{\left((n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2 \right)}}{\sum X} \right)^2$$

En dónde N es el tamaño de la muestra que se desea determinar, n representa el número de observaciones del estudio preliminar y x el valor del tiempo observado en los diferentes ciclos.

Cabe anotar, que para determinar el número de observaciones debe decidirse el nivel de confianza y de precisión estadística deseados, en estudios de tiempos, generalmente se trabaja con un nivel de confianza del 95 % y una precisión del 5%.

En segunda instancia, se encuentra el método de la General Electric Company, el cual consiste en una tabla de valores que se usa como una guía para encontrar el número de observaciones a realizar, dicha tabla se presenta a continuación:

¹⁸ BARNES, Ralph M. Estudio de movimientos y tiempos. 5 ed. Madrid: Aguilar, 1970. pag 370.

Tabla 1. Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo en minutos	Número recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00-5,00	15
5,00-10,00	10
10,00-20,00	8
20,00-40,00	5
40,00 o mas	3

Fuente: Información tomada del libro de Niebel. Fuente: Información tomada de Time study manual de los Erie Works en General Electric Company, desarrollados bajo la guía de Albert E. Shaw, gerente de administración del salario.

Una vez se haya determinado lo anterior se procede a medir el tiempo que un operario tarde en realizar cada elemento de la operación.

Se debe valorar simultáneamente mientras se mide el tiempo, el desempeño del operario. Para Caso Neira¹⁹, valorar el ritmo es “comparar el ritmo que tiene el trabajador que está desarrollando una tarea, con la imagen que nos hemos formado de la actividad que tendría un trabajador cualificado que utiliza el método adecuado y que está motivado para querer hacerlo”. Lo anterior corresponde al ritmo tipo, que equivale a un valor de 100 en la escala Británica la cual va de 0 a 100. Cabe aclarar que existen otras escalas, que pueden variar según la necesidad del estudio.

De otro lado para hacer más fácil este estudio con cronómetro, Isabel Fernández Quesada, Peter J. González Alonso y Javier Puente García²⁰, en su libro Diseño y medición de trabajos, hacen uso de algunas fórmulas, las cuales se mostrarán a continuación:

¹⁹ Ibíd. pag 94.

²⁰ FERNÁNDEZ Q, Isabel; GONZÁLEZ, Peter J ; PUENTE G Javier. Diseño y medición de trabajos. España: Universidad de Oviedo, 1996. ISBN 84-7468-9-457.pags 21-22.

Se miden series de $t_{elementos(i)}$

Se calcula la media de esa serie $\bar{t}_{elementos(i)}$

El tiempo medio de la tarea será: $\bar{t}_{tarea} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{elementos(i)}}{n}$

El tiempo normal de la tarea se calcula: $TN = \bar{t}_{tarea} * CD$ en donde CD es la calificación del desempeño

Finalmente para calcular el tiempo estándar :

$TE = TN(1 + Suplementos)$ Los suplementos se agregan al tiempo normal

$TE = \frac{TN}{(1 - Suplementos)}$ Los suplementos se aplican al periodo total de trabajo

Una vez se tengan el tiempo estándar del proceso, el estudio de tiempos con cronómetro ha finalizado.

• **Sistemas de estándares e tiempos predeterminados:** Según Matthew P. Stephens²¹, este método se “utiliza cuando se necesita un estándar de tiempo durante la fase de planeación del programa de desarrollo de un producto nuevo”. Es necesario inicialmente, diseñar una estación de proceso para cada etapa del plan de trabajo del nuevo producto, además, desarrollar una guía de los movimientos a realizar, y finalmente medir cada uno de estos movimientos y asignarle un valor de tiempo. La sumatoria total de estos valores equivaldría al tiempo estándar del proceso, el cual sería de gran utilidad al momento de determinar los requerimientos de maquinaria, espacio, y clase de personal para asignar al nuevo producto.

Frank y Lillian Gilbreth dividieron el trabajo en 17 movimientos:

- Transporte vacío
- Búsqueda
- Selección
- Tomar
- Transporte cargado
- Preposición
- Posición
- Ensamble

²¹ STEPHENS, Matthew P. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales.3ed. Pearson Educación, 2006.

- Desensamble
- Soltar carga
- Uso
- Retención
- Inspección
- Retraso evitable
- Retraso inevitable
- Plan
- Descanso para reponer la fatiga

Cada uno de estos movimientos se redujo a una tabla de tiempo, cuando se totaliza, se encuentra el estándar del tiempo para este conjunto de movimientos.

- **Muestreo del trabajo:** Según Fred E. Meyers²² el muestreo del trabajo consiste en un procedimiento científico que mezcla mediciones de audiencias, sondeos, encuestas de opinión, estadísticas federales.

Básicamente consiste en observar a las personas mientras que laboran, en el caso en el cual puede existen tres posibilidades: 1. Que la persona cada vez que se observa no está trabajando, 2. Que siempre está trabajando o 3 algo intermedio a estas opciones; y todo lo anterior sirve para hacerse una idea de la tendencia que presenta el lugar.

El muestreo del trabajo no es complicado, y sirve para determinar índices de productividad dependiendo de los tamaños de las muestras tomadas (número de personas observadas). Es importante anotar que el tiempo estándar determinado bajo esta técnica debe tener en cuenta cuanto tiempo está relacionado con los retrasos, paradas, tiempo de necesidades personales y fatiga, a lo cual se le denomina tolerancias.

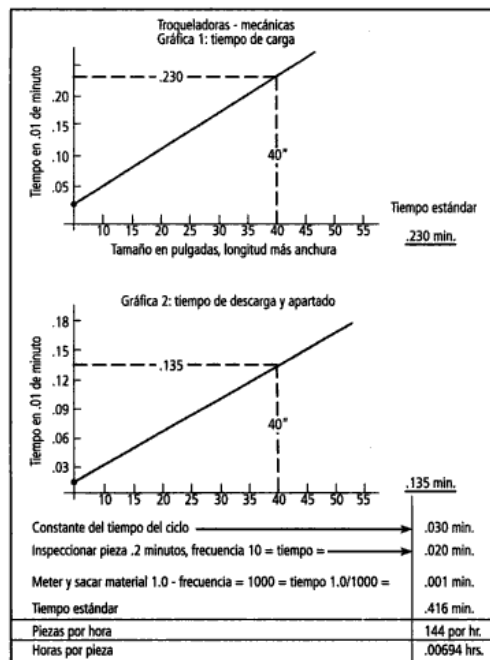
Si se tiene en cuenta todo esto, se puede determinar un estándar adecuado que además sirva como herramienta para medir la productividad.

- **Datos estándares:** Según el mismo autor citado antes, los datos estándares son “la técnica más rápida y económica para establecer estándares de tiempo” y pueden ser más precisos que cualquier otra técnica. A partir de estos estándares de tiempo se puede determinar qué factores relacionados con la maquinaria o el medio hacen que este tiempo varíe y de esta forma identificar posibles opciones de mejora.

²² MEYERS, Op.cit. pags 41-42

Los estándares se pueden transmitir mediante gráficas, tablas, hojas de trabajo y fórmulas.

Figura 7. Ejemplo de hoja de trabajo de datos estándares



Fuente: Estudios de tiempos y movimientos. Pearson Educación, 2000.

Finalmente, vale la pena mencionar que todos los conceptos indicados anteriormente como lo son las herramientas relacionadas con el estudio del trabajo (estudio de métodos y estudio de tiempos), son la base para la elaboración de este proyecto, pues mediante su uso y aplicación, se logrará realizar las respectivas observaciones, mediciones y análisis para determinar el tiempo estándar del proceso de empaque para algunas de las referencias de más alta rotación en tiempo, costo y forma de empaque (fichas técnicas). Lo anterior, contribuirá directamente a la calidad y buena presentación de los productos de la empresa, aumentando la eficiencia de la línea y resolviendo así la problemática planteada anteriormente.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Estandarizar el proceso de empaque en la empresa ALUMINA S.A. para 100 referencias de la perfilería en crudo que se consideran de alta rotación utilizando la técnica del estudio del trabajo, con el fin de incrementar la productividad de dicha empresa.

5.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Definir los procedimientos de empaque para las 100 referencias de la perfilería en crudo que se consideran de alta rotación haciendo uso de las herramientas que proporciona el estudio de métodos, con el fin de establecer el método actual del área.
- Determinar el tiempo estándar del proceso de empaque de algunas de las referencias de la perfilería en crudo que se consideran como de alta rotación haciendo uso del estudio de tiempos con cronómetro , teniendo en cuenta movimientos y tiempos improductivos con el fin de reducirlos optimizando el proceso de empaque y logrando una mayor eficiencia en la línea.
- Identificar los costos incurridos en mano de obra e insumos para el proceso de empaque de algunas de las referencias de la perfilería en crudo que se consideran como de alta rotación con el fin de lograr aprovechar de manera eficaz los recursos y reducir los costos de operación.
- Diseñar e implementar con ayuda de personal especializado, fichas de empaque en donde se especifiquen las caras críticas de los perfiles y los requerimientos de insumos de empaque (plástico, cartón, stretch) con el fin de que el material no sufra daños durante su distribución y se eviten devoluciones del cliente por fallas en la funcionalidad o estética del producto.

6. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

6.1. MISIÓN²³

En el grupo Alumina, impulsamos el uso del Aluminio. Somos líderes porque escuchamos las necesidades del mercado y las convertimos en soluciones innovadoras, con excelente calidad y el mejor servicio. Promovemos el desarrollo integral de nuestros empleados y generamos valor para nuestros accionistas y la sociedad.

6.2. VISIÓN

Para el 2010 ALUMINA será la mejor opción en productos de aluminio extruídos y laminados en el mercado andino.

Incrementaremos nuestra presencia internacional, con un modelo de gestión que garantice un servicio de calidad y un crecimiento responsable y sostenible en el tiempo.

6.3. MERCADOS Y PRODUCTOS

ALUMINA es una empresa del sector metalmecánico dedicada al trabajo con el aluminio que cuenta con tres plantas ubicadas en Cali, Medellín y Barranquilla.

Tiene dos líneas de producción, una de las cuales produce perfiles para uso industrial y arquitectónico; y otra que produce láminas y foil para uso doméstico o industrial. Dentro del amplio portafolio de productos dirigidos a satisfacer las necesidades de los mercados se tienen:

- **CONSTRUCCIÓN VIVIVENDA E INSTITUCIONAL**

Con perfiles en aleaciones arquitectónicas para fabricar ventanas, barandas y divisiones para baño.

- **ARTE Y DECORACIÓN**

Con perfiles y láminas en aleaciones arquitectónicas y estructurales para fabricar fachadas, cielorrasos, pisos, expandidos y tejas en aluminio.

²³ ALUMINA S.A. Quienes Somos [en línea]. [Cali, Colombia]: Alumina S.A, 2010 [citado el 15 de Agosto de 2010]. Plantas. Planta de extrusión. Disponible en Internet:

http://www.alumina.com.co/alumina_spa/quienesSomos/plantas/plantaExtrusion/plantaExtrusion.php
p>

- **AMOBLAMIENTO URBANO**

Perfiles y láminas para graderías, kioscos y cabinas telefónicas y productos manufacturados.

- **TRANSPORTE**

Perfiles y láminas para furgones, carrocerías de estacas y estribos para carros que ofrecen beneficios como optimizar la capacidad de carga al reducirse pesos muertos de carrocería.

- **INDUSTRIA**

Perfiles, láminas y foil para la industrias eléctrica, agrícola, refrigeración, empaques, utensilios de cocina y automotriz en general.

- **CONSUMO**

Productos como papel aluminio y moldes en aluminio marca ALUMINA, película plástica papel parafinado y bolsas plásticas resellables para las necesidades de conservación, cocción y refrigeración de los consumidores.

6.4. RESEÑA HISTÓRICA

Esta compañía se inicia cuando ALCAN de Canadá adquiere en 1960 una industria de aluminio en Cali, denominándola ALUMINIO ALCAN DE COLOMBIA, comenzando a funcionar con una planta de extrusión y fundición. En 1963 se instala la planta de laminación.

En 1977 ALCAN vende el 51% de las acciones a inversionistas colombianos. Para 1985 con el total de capital nacional, cambia su razón social por ALUMINIO NACIONAL S.A. ALUMINA.

Dado el crecimiento en el mercado nacional y para satisfacer las necesidades de sus clientes, ALUMINA instala la planta de pintura en 1980 y anodizado en natural y color en 1982.

El gobierno nacional galardona en 1988 a ALUMINA con el premio Nacional de la Calidad. En 1990 inicia producción la planta de Foil industrial y doméstico. ALUMINA obtiene En 1990 inicia producción la planta de Foil industrial y doméstico.

ALUMINA obtiene en 1997 el certificado de aseguramiento de la Calidad NTC-ISO 9002, recertificado con la nueva versión de Certificado de Gestión de la Calidad NTC-ISO 9001/2000 en el año 2003.

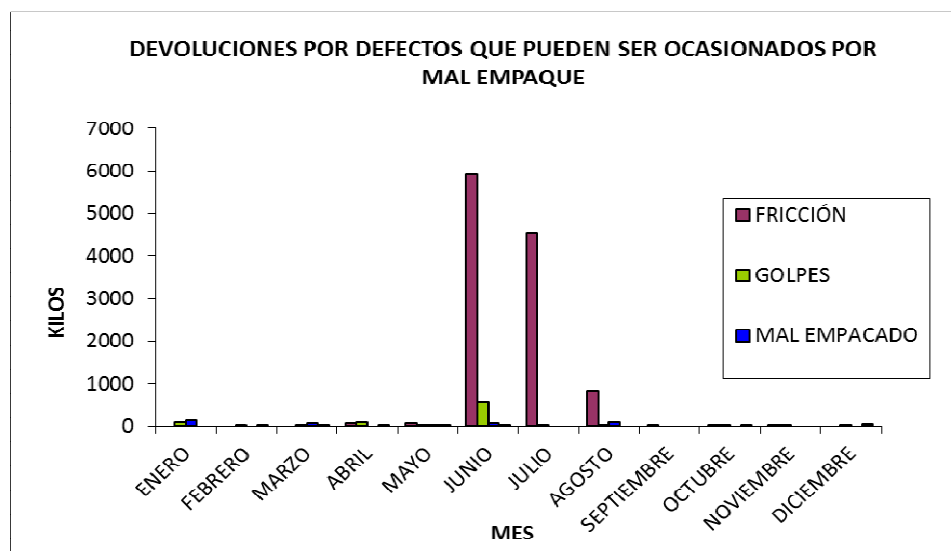
Para la conservación del entorno ecológico, en el año 2002, ALUMINA recibe el certificado de administración ambiental NTC-ISO 14.001. Para ese mismo año, instala una moderna planta de pintura líquida y horno de polimerizado, todo, pensando en el engrandecimiento de la industria del aluminio en Colombia.

6.5. ENTORNO DEL PROBLEMA

Debido a que como se formuló en el planteamiento del problema de este proyecto en la sección de empaque, se presentaban varias formas de empaque una misma referencia y no se tenía implementado un método estándar claro en la forma, tiempo y costo del empaque, lo que generaba diferencias en la forma como se entregaba el producto a los consumidores y en algunas ocasiones esto era motivo de devoluciones por parte de éstos. Fue el caso del cliente IMPAC, quien a finales del mes de Junio de 2010 realizó un reclamo bastante grande porque como él lo manifestó, recibió de la compañía material con fricción y golpes productos de un mal empaque.

En la siguiente gráfica se presentan las devoluciones por defectos relacionados con un mal empaque en los meses de Enero a Diciembre de 2010:

Figura 8. Devoluciones por defectos de mal empaque



Fuente: Sistema de información Grupo Alumina. SIGA.2010.

Como se puede observar, en el mes de Junio fue donde se produjo el reclamo más grande por parte del cliente IMPAC, lo cual que dio origen al cambio en los

métodos de empaque y con ello a la disminución de la productividad de los operarios del área.

En este sentido, si se revisan las estadísticas del promedio de kilos empacados por turno desde Enero hasta Noviembre de 2010, se tiene que realmente si disminuyó una cantidad pequeña en relación a meses como Abril, pero desde Julio, el empaque se ha tratado de estabilizar a un promedio que oscila entre 1200 y 1300 Kg. /turno, teniendo en cuenta el cambio de método de empaque que para algunas referencias resulta más engorroso. (Uso de plástico pieza a pieza, uso del sticker en referencias de bodega y canal indirecto)

En la siguiente tabla se resume toda la información desde Enero hasta Noviembre de 2010:

Cuadro 1. Eficiencias promedio por turno por operario Enero –Noviembre 2010

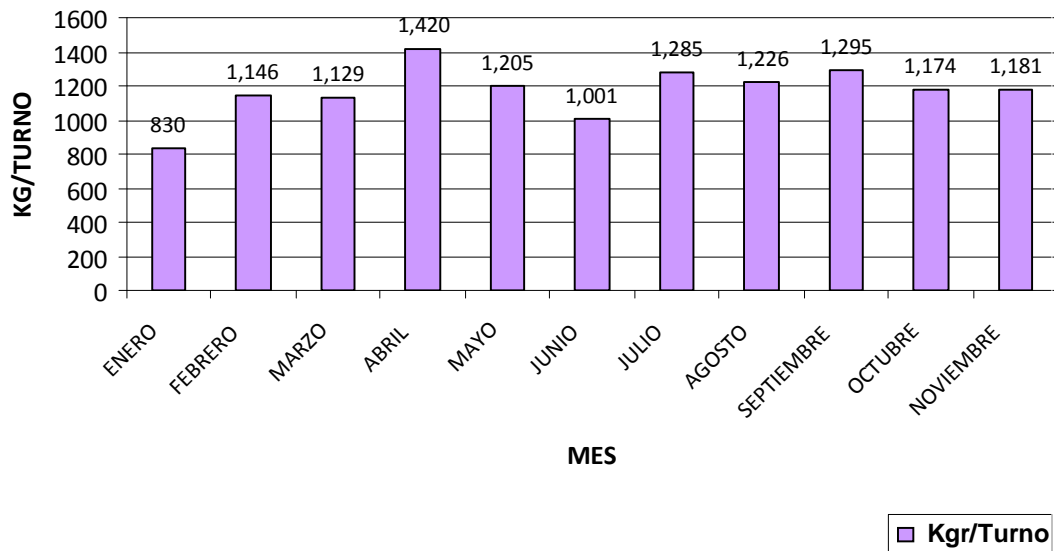
Eficiencias de Empaque Acumuladas AÑO 2010						
MES	Kgr/Netos	Kgr/Turno	Kgr/Hrs	Util.	Horas	Turnos
ENERO	186.715	830	15.515.622	0.66856	1203.4	225
FEBRERO	234.875	1.146	19.171.122	0.74704	1225.15	205
MARZO	231.509	1.129	19.665.237	0.71784	1177.25	205
ABRIL	215.824	1.420	22.834.169	0.77729	945.18	152
MAYO	156.609	1.205	22.613.385	0.66591	692.55	130
JUNIO	63.063	1.001	18.368.577	0.68119	343.32	63
JULIO	116.974	1.285	21.490.722	0.74766	544.3	91
AGOSTO	224.353	1.226	19.889.098	0.77051	1128.02	183
SEPTIEMBRE	185.182	1.295	20.775.453	0.77915	891.35	143
OCTUBRE	189.090	1.174	1.964.796	0.7472	962.39	161
NOVIEMBRE	173.539	1.181	19.605.604	0.75268	885.15	147
TOTAL:	1,977,733	1160	198	73.30%	9998	1705

Fuente: Sistema de información Grupo Alumina. SIGA.2010.

Esta información se puede visualizar mejor gráficamente, así:

Figura 9. Kilogramos empacados por turno, por mes año 2010

KILOGRAMOS EMPACADOS POR TURNO POR MES AÑO 2010



Para resolver la problemática planteada en este proyecto, se pretende realizar la estandarización del proceso de empaque, en el cual se establecerá cuál debe ser la forma adecuada de realizar el empaque (fichas de empaque) y cuánto debe demorarse un operario en condiciones normales realizando el empaque según sea la referencia.

Para ello, se empleó la técnica del estudio del trabajo, en la cual inicialmente se determinó cómo debían empacarse cada una de las referencias para determinar el método estándar de la sección. Adicionalmente, se identificaron algunas de las referencias de mayor rotación; una vez se tuvieron estos datos iniciales se procedió a realizar el estudio de tiempos con cronómetro.

7. DEFINICIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE EMPAQUE PARA LAS 100 REFERENCIAS DE LA PERFILERÍA EN CRUDO QUE SE CONSIDERAN DE ALTA ROTACIÓN PARA ESTABLECER EL MÉTODO ACTUAL DEL ÁREA

Para el inicio de esta etapa, es necesario considerar en primer lugar, el método empleado en el proceso de empaque por parte del personal de área, con el fin de identificar las operaciones claves que deben tenerse en cuenta para la toma de los datos en la determinación del tiempo estándar.

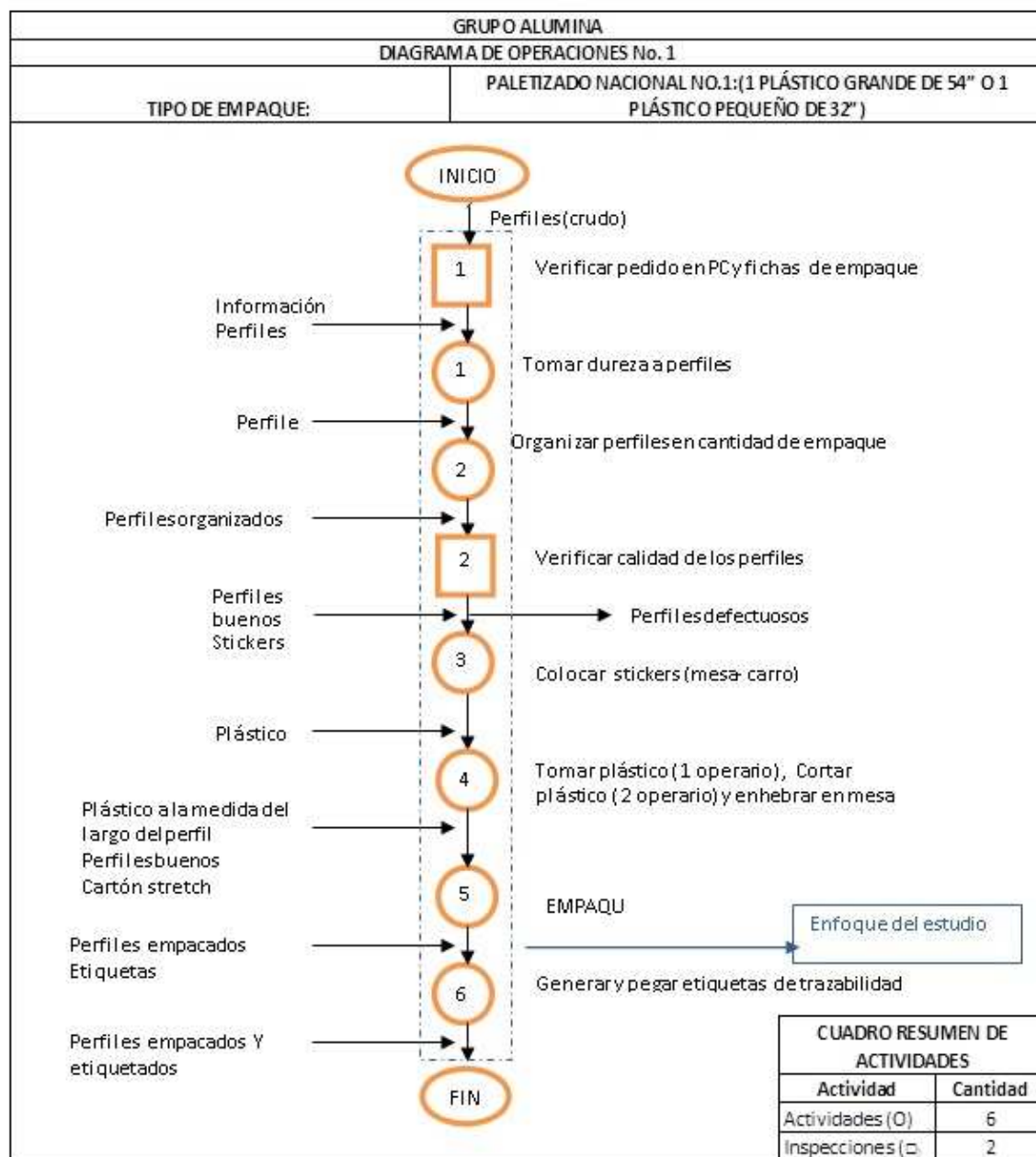
En este sentido, existen varios tipos de empaque, lo cuales dependen del tipo de perfilería y cliente al cual vaya dirigido el producto. Cada uno de dichos tipos de empaque, está ligado a un método específico. Así pues se tiene:

7.1. TIPO DE EMPAQUE PALETIZADO NACIONAL 1

El método empleado en este tipo de empaque consiste en los siguientes pasos:

- Verificación del pedido en la orden de producción y verificación de la ficha de empaque de la referencia específica a empaquetar en los tomos (1 OPERARIO)
- Toma de dureza de los perfiles (4 veces a un lado del carro y 4 al otro, sacando muestras de la parte superior, medio e inferior del mismo) (1 OPERARIO)
- Organización de los perfiles en cantidades de empaque en mesa, lo cual incluye la respectiva inspección de calidad de los mismos.(2 OPERARIOS)
- Pegado de stickers (cuanto los pedidos lo requieren)(1 OPERARIO)
- Corte del plástico bien sea grande de 54" o pequeño de 32", según sea la necesidad de empaque (protección además de los perfiles) y posterior enhebrado del mismo en la mesa de empaque. (El ayudante del operario líder toma el plástico y mide el largo de 6 metros, el operario líder corta el plástico y juntos lo enhebran en la mesa).
- Empaque, el cual puede ser, pieza a pieza, por pares de perfiles ensamblados o por tendidos, pasando el plástico por donde sea necesario.
- Terminado del paquete con punteras y stretch
- Generación de etiqueta para trazabilidad

Figura 10. Diagrama de operaciones método tipo de empaque paletizado nacional 1

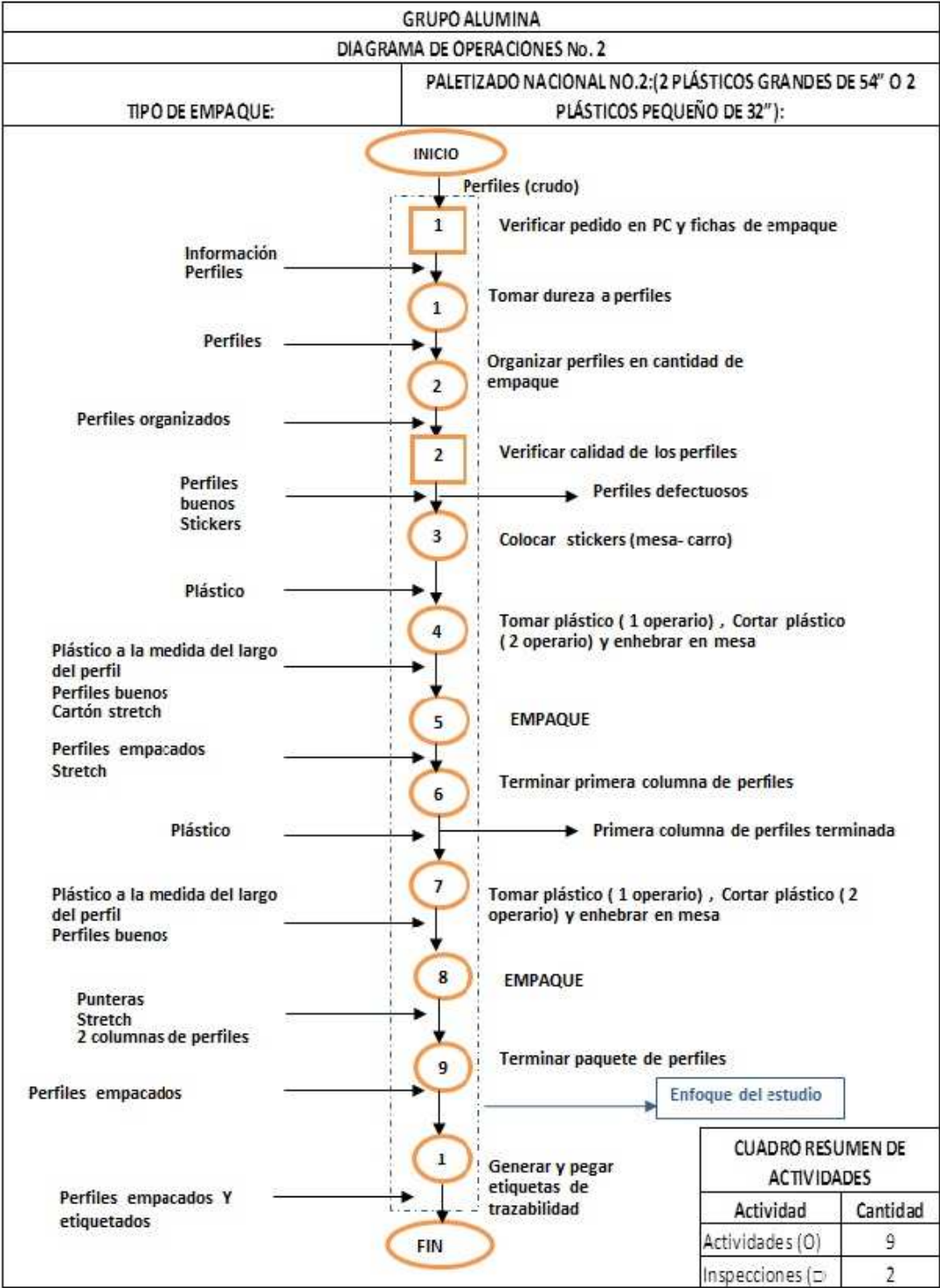


7.2. TIPO DE EMPAQUE PALETIZADO NACIONAL 2

El método empleado en este tipo de empaque consiste en los siguientes pasos:

- Verificación del pedido en la orden de producción y verificación de la ficha de empaque de la referencia específica a empacar en los tomos (1 OPERARIO)
- Toma de dureza de los perfiles (4 veces a un lado del carro y 4 al otro, sacando muestras de la parte superior, medio e inferior del mismo) (1 OPERARIO)
- Organización de los perfiles en cantidades de empaque en mesa, lo cual incluye la respectiva inspección de calidad de los mismos.(2 OPERARIOS)
- Pegado de stickers (cuanto los pedidos lo requieren)(1 OPERARIO)
- Corte del primer plástico bien sea grande de 54" o pequeño de 32", según sea la necesidad de empaque (protección además de los perfiles) y posterior enhebrado del mismo en la mesa de empaque. (El ayudante del operario líder toma el plástico y mide el largo de 6 metros, el operario líder corta el plástico y juntos lo enhebran en la mesa).
- Empaque, el cual consiste generalmente en dos columnas, empleando plástico pieza a pieza.(1 columna)
- Terminado de la primera columna de perfiles con stretch
- Corte del segundo plástico bien sea grande de 54" o pequeño de 32", según sea la necesidad anteriormente especificada. Se sigue el mismo procedimiento que con el primer plástico (El ayudante del operario líder toma el plástico y mide el largo de 6 metros, el operario líder corta el plástico y juntos lo enhebran en la mesa).
- Empaque, el cual consiste generalmente en dos columnas, empleando plástico pieza a pieza.(2 columna)
- Terminado del paquete completo (unión de las dos columnas) con punteras y stretch
- Generación de etiqueta para trazabilidad

Figura11. Diagrama de operaciones método Tipo de empaque paletizado nacional 2



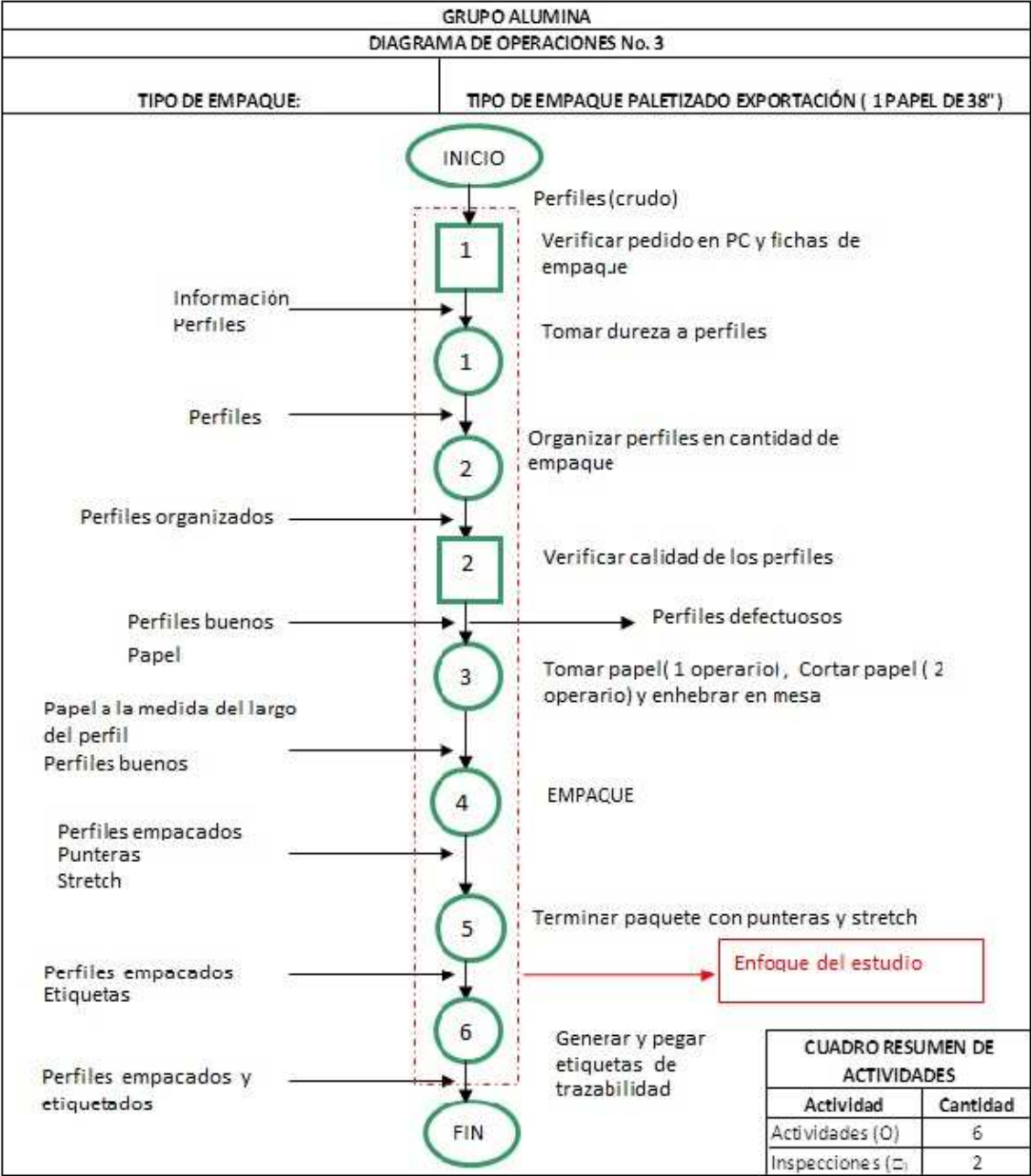
7.3. TIPO DE EMPAQUE PALETIZADO EXPORTACIÓN

El método empleado en este tipo de empaque consiste en los siguientes pasos:

- Verificación del pedido en la orden de producción y verificación de la ficha de empaque de la referencia específica a empacar en los tomos (1 OPERARIO)
- Toma de dureza de los perfiles (4 veces a un lado del carro y 4 al otro, sacando muestras de la parte superior, medio e inferior del mismo) (1 OPERARIO)
- Organización de los perfiles en cantidades de empaque en mesa, lo cual incluye la respectiva inspección de calidad de los mismos.(2 OPERARIOS)
- Corte del papel bien sea grande de 54" o pequeño de 32", según sea la necesidad de empaque (protección adecuada de los perfiles) y posterior enhebrado del mismo en la mesa de empaque. (El ayudante del operario líder toma el papel y mide el largo de 6 metros o el requerido, el operario líder corta el papel y juntos lo enhebran en la mesa).
- Empaque, el cual puede ser, pieza a pieza, por pares de perfiles ensamblados o por tendidos, pasando el papel por donde sea necesario.
- Terminado del paquete con punteras y stretch
- Generación de etiqueta para trazabilidad

A continuación se presenta el diagrama asociado a este método:

Figura 12. Diagrama de operaciones método tipo de empaque paletizado exportación



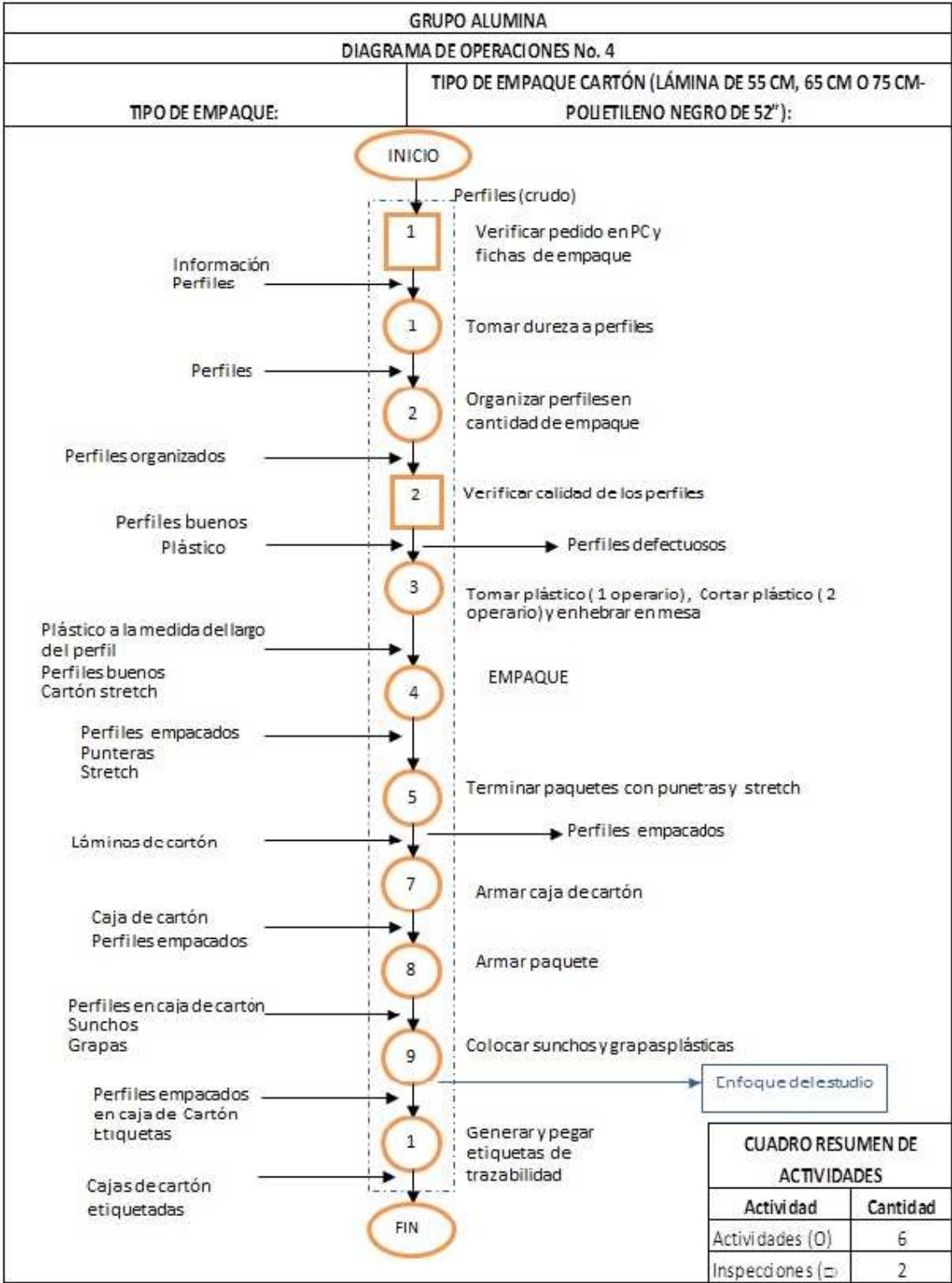
7.4. TIPO DE EMPAQUE CARTÓN

El método empleado en este tipo de empaque consiste en los siguientes pasos:

- Verificación del pedido en la orden de producción y verificación de la ficha de empaque de la referencia específica a empacar en los tomos (1 OPERARIO)
- Toma de dureza de los perfiles (4 veces a un lado del carro y 4 al otro, sacando muestras de la parte superior, medio e inferior del mismo) (1 OPERARIO)
- Organización de los perfiles en cantidades de empaque en mesa, lo cual incluye la respectiva inspección de calidad de los mismos.(2 OPERARIOS)
- Corte del plástico bien sea grande de 54" o pequeño de 32", según sea la necesidad de empaque (protección ademada de los perfiles) y posterior enhebrado del mismo en la mesa de empaque. (El ayudante del operario líder toma el plástico y mide el largo de 6 metros, el operario líder corta el plástico y juntos lo enhebran en la mesa).
- Empaque, el cual puede ser, pieza a pieza, por pares de perfiles ensamblados o por tendidos, pasando el plástico por donde sea necesario.
- Terminado del paquete con punteras y stretch
- Armado de la caja de cartón (generalmente se usan dos láminas)
- Armado del paquete
- Colocación de sunchos y grapas a las cajas (generalmente 5 amarres)
- Generación de etiqueta para trazabilidad

A continuación se presenta el diagrama de operación de este método de empaque:

Figura13. Diagrama de operaciones método tipo de empaque cartón

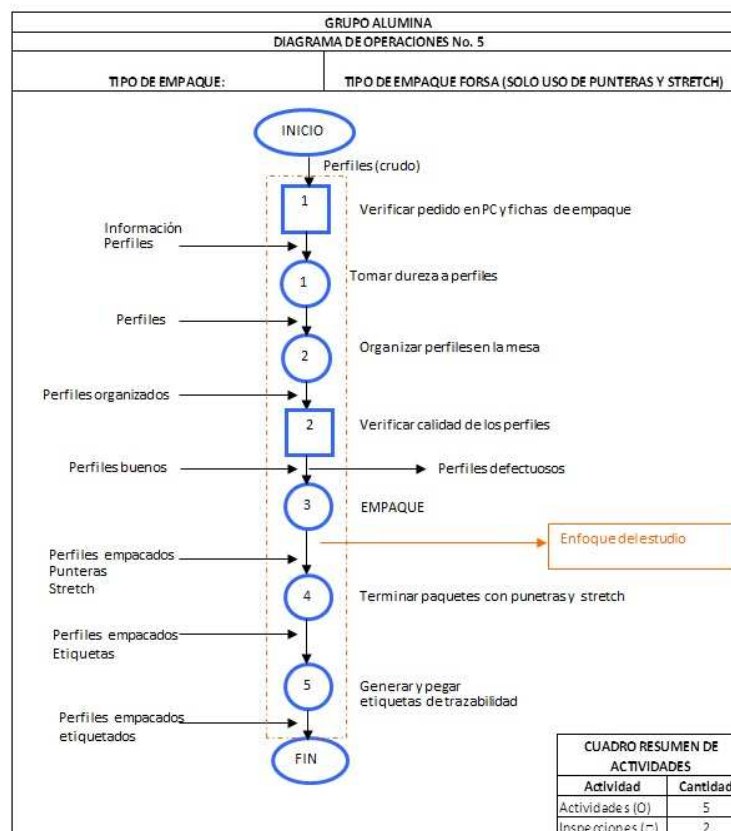


7.5. TIPO DE EMPAQUE FORSA

El método empleado en este tipo de empaque consiste en los siguientes pasos:

- Verificación del pedido en la orden de producción y verificación de la ficha de empaque de la referencia específica a empacar en los tomos (1 OPERARIO)
- Toma de dureza de los perfiles (4 veces a un lado del carro y 4 al otro, sacando muestras de la parte superior, medio e inferior del mismo) (1 OPERARIO)
- Organización de los perfiles en cantidades de empaque en mesa, lo cual incluye la respectiva inspección de calidad de los mismos.(2 OPERARIOS)
- Empaque, el cual puede ser, pieza a pieza, por pares de perfiles ensamblados o por tendidos sin el uso de plástico.
- Terminado del paquete con punteras y stretch
- Generación de etiqueta para trazabilidad

Figura14. Diagrama de operaciones método tipo de empaque Forsa

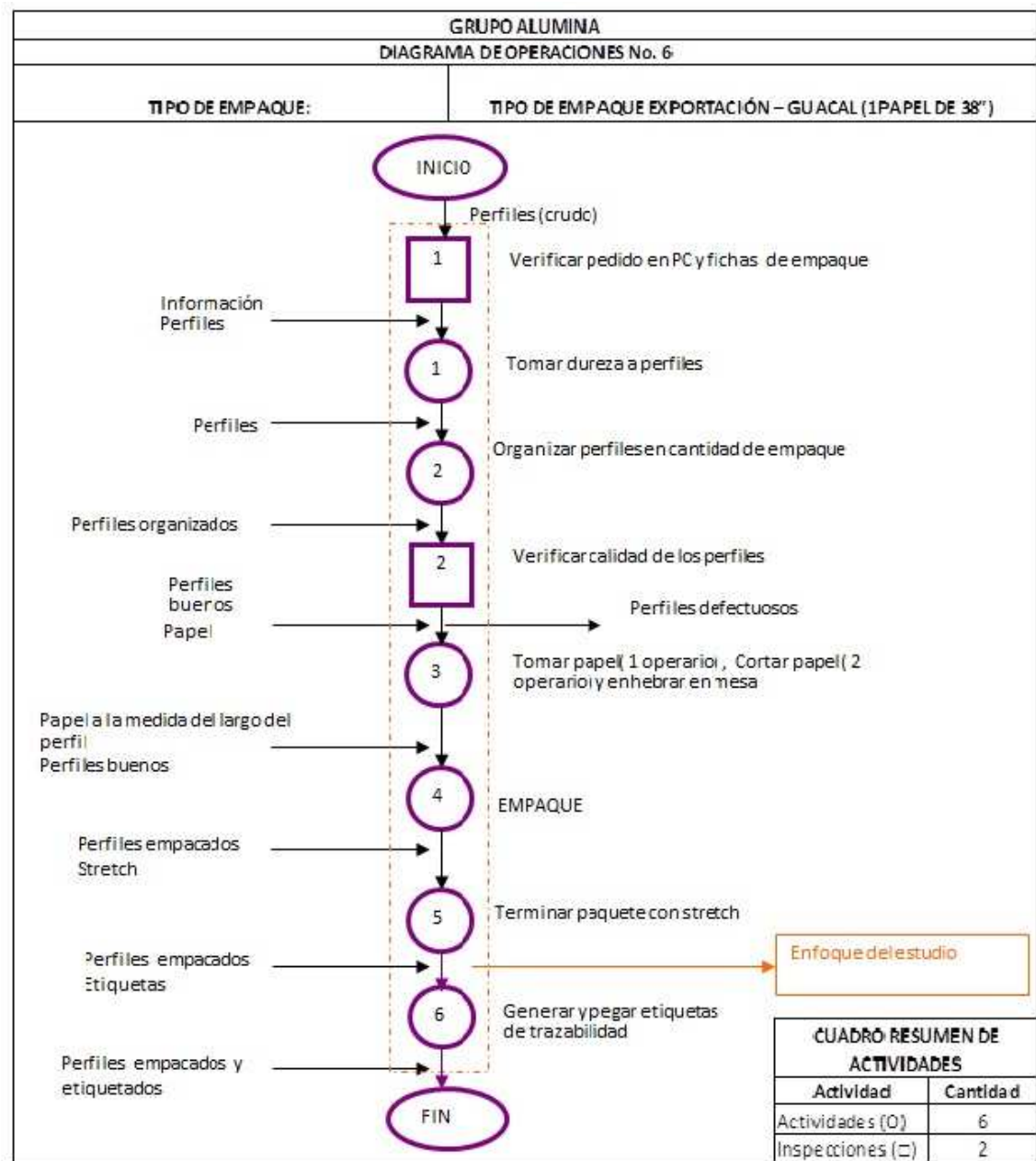


7.6. TIPO DE EMPAQUE EXPORTACIÓN

El método empleado en este tipo de empaque consiste en los siguientes pasos:

- Verificación del pedido en la orden de producción y verificación de la ficha de empaque de la referencia específica a empacar en los tomos (1 OPERARIO)
- Toma de dureza de los perfiles (4 veces a un lado del carro y 4 al otro, sacando muestras de la parte superior, medio e inferior del mismo) (1 OPERARIO)
- Organización de los perfiles en cantidades de empaque en mesa, lo cual incluye la respectiva inspección de calidad de los mismos.(2 OPERARIOS)
- Corte del papel DE 32" según sea la necesidad de empaque (protección adecuada de los perfiles) y posterior enhebrado del mismo en la mesa de empaque. (El ayudante del operario líder toma el papel y mide el largo de 6 metros o el requerido, el operario líder corta el papel y juntos lo enhebran en la mesa).
- Empaque, el cual puede ser, pieza a pieza, por pares de perfiles ensamblados o por tendidos, pasando el papel por donde sea necesario.
- Terminado del paquete únicamente con stretch
- Generación de etiqueta para trazabilidad

Figura 15. Diagrama de operaciones método tipo de empaque exportación – guacal

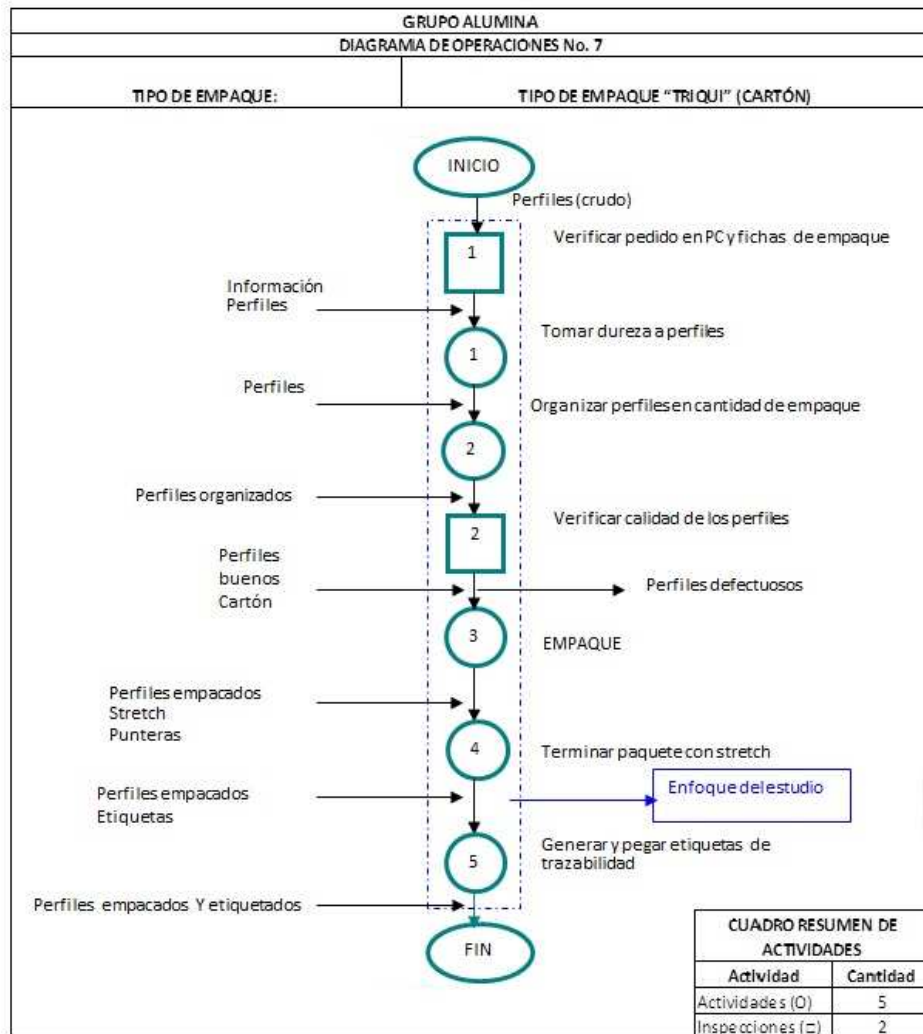


7.7. TIPO DE EMPAQUE “TRIQUI” (CARTÓN)

El método empleado en este tipo de empaque consiste en los siguientes pasos:

- Verificación del pedido en la orden de producción y verificación de la ficha de empaque de la referencia específica a empaque en los tomos (1 OPERARIO)
- Toma de dureza de los perfiles (4 veces a un lado del carro y 4 al otro, sacando muestras de la parte superior, medio e inferior del mismo) (1 OPERARIO)
- Organización de los perfiles en cantidades de empaque en mesa, lo cual incluye la respectiva inspección de calidad de los mismos.(2 OPERARIOS)
- Corte de cartones para elaboración del empaque
- Empaque, el cual es pieza a pieza con cartones entre los perfiles
- Terminado del paquete con punteras y stretch
- Generación etiqueta para trazabilidad

Figura 16. Diagrama de operaciones método tipo de empaque “triqui”



Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta una tabla resumen con los métodos de empaque empleados en cada referencia, por ejemplo, para la referencia A006, se emplea un tipo de empaque paletizado nacional 1 usando un polietileno negro de 32", mientras que para la referencia ALN1454 se usa un tipo de empaque paletizado exportación, en el cual se emplea para la elaboración del empaque además de papel, stretch y punteras. Así sucesivamente por referencia, se presentan en el cuadro a continuación los diferentes tipos de empaque asociados así como el material de empaque empleado.

Cuadro 2. Resumen tipo de empaque por referencia

PALETIZADO NACIONAL 1			PALETIZADO NACIONAL 2		PALETIZADO EXPORTACIÓN	EMPAQUE CARTON	EMPAQUE FORSA	EMPAQUE EXPORTACIÓN	EMPAQUE TRIQUI
POLIETILENO DE 32"		POLIETILENO DE 54"	² POLIETILENOS 32"	² POLIETILENOS 54"	PAPEL	CARTÓN	FORSA	PAPEL	CARTÓN
A006	ITM001	A018	AA009	ALN1630	ALN1454	ALNB292	AN5410	RPD014	TC021
A015	JAG001	ALN1015	ALN151		ALN1658	JAM027	FAS088	RPD017	TC027
A019	P030	ALN1101	ALN1631		C006	JAM031		RPD018	
AA059	P060	ALN1102	ALN1650		HUN030	MPY002		RPD019	
ALN033	P061	ALN1122	ALN362		LIM119	SA598			
ALN1652	R010	ALN1643	ALN711		P137				
ALN1729	R011	ALN280	ALN839		EUR020				
ALN1769	R013	ALN319	ALNA174						
ALN190	S343	ALN413	ALNA176						
ALN391	S370	ALN416	ALNA315						
ALN391	S388	ALN435	ALNA349						
ALN704	S596	ALN449	ALNB193						
ALN705	S630	ALNA391	ALNB393						
ALN706	SA382	ALNB147							
ALN708	T101	COS001							
ALN714	T112	ETE036							
ALNA150	T237	F009							
ALNA1526	T242	SA201							
ALNA177	TA077	T111							
ALNA388	TC004	T215							
ALNA635	TR002	T216							
D028	TR005	T244							
DEM001	P012	T245							
ETF007		T246							
HUN031		TA097							

Una vez se tienen establecidos los métodos principales de empaque usados en la sección, se procede a la determinación de los pasos básicos del método actual estándar del área, los cuales pueden variar dependiendo de la referencia y el tipo de empaque. Los pasos básicos para la realización del empaque son:

- Verificación del pedido en la orden de producción y verificación de la ficha de empaque de la referencia específica a empacar en los tomos (1 OPERARIO)
- Toma de dureza de los perfiles (4 veces a un lado del carro y 4 al otro, sacando muestras de la parte superior, medio e inferior del mismo) (1 OPERARIO)
- Organización de los perfiles en cantidades de empaque en mesa, lo cual incluye la respectiva inspección de calidad de los mismos.(2 OPERARIOS)
- Pegado de stickers (cuanto los pedidos y el tipo de empaque lo requieren)(1 OPERARIO)
- Corte del plástico bien sea grande de 54" o pequeño de 32", o papel de 38" según sea la necesidad de empaque (protección además de los perfiles) y posterior enhebrado de los mismos en la mesa de empaque. (El ayudante del operario líder toma el plástico o papel y mide el largo de 6 metros, el operario líder corta el plástico y juntos lo enhebran en la mesa). Cabe aclarar que este paso se repite dependiendo de los insumos que requiera el empaque.
- Empaque, el cual puede ser, pieza a pieza, por pares de perfiles ensamblados, por tendidos, o por columnas pasando el plástico por donde sea necesario para proteger las caras críticas de los perfiles.
- Terminado del paquete con punteras y stretch o solo con stretch cuando sea necesario
- Generación de etiqueta para trazabilidad

Una vez se tienen claro el método empleado en la realización del empaque, para continuar el desarrollo del proyecto, se realizó un estudio de tiempos con cronómetro, el cual permitió determinar el tiempo estándar del proceso de empaque de 100 referencias de la perfilería en crudo de alta rotación.

8. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR DEL PROCESO DE EMPAQUE DE ALGUNAS DE LAS REFERENCIAS DE LA PERFILERÍA EN CRUDO DE ALTA ROTACIÓN.

Para la realización de esta etapa, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

8.1. DIVISIÓN DE LA TAREA EN ELEMENTOS

En este sentido, para cada una de las referencias, se dividió el proceso de empaque en elementos, con el fin de que los datos encontrados tengan mayor precisión, puesto que existe mayor posibilidad de que se cometan errores a medida que los intervalos de tiempo son más amplios.

Entre los elementos que se tuvieron en cuenta dentro del proceso de empaque se encuentran:

- Verificación de la orden de producción.
- Toma de dureza (según la norma se deben tomar 4 muestras por un lado y 4 muestras por el otro).
- Colocación de las piezas en la mesa para verificar que no presenten defectos (rayas, torcedura, golpes, manchas etc.).
- Pegar stickers en los diferentes perfiles.
- Cortado del plástico o papel, bien sea de 54 pulgadas o de 32 pulgadas.
- Realización del empaque como tal. Para ello se debe tener en cuenta los tipos de empaque empleados para las diferentes referencias, los cuales se describieron anteriormente, y se resumen a continuación.

Empaque tipo paletizado nacional polietileno: Se debe tener en cuenta si se empaca por tendidos, pieza a pieza, en columnas o por parejas de perfiles usando plástico de 54 pulgadas o de 32 pulgadas, stretch y punteras.

Empaque tipo Cartón: Se debe tener en cuenta que además de llevar polietileno, los perfiles van en cajas de cartón amarradas con zunchos y grapas plásticas.

Empaque tipo Forsa: Los perfiles se empacan sin plástico, solo usando punteras y stretch.

Empaque tipo paletizado exportación papel stretch: En lugar de plástico se usa papel para el empaque, además de punteras y stretch.

Adicionalmente, al momento de realizar la recolección de los datos se debe tener en cuenta la referencia, el número de piezas por paquete, el largo de los perfiles, el temple y los kilos que pesa el paquete final.

Es necesario mencionar, que para el estudio de los tiempos por referencia, se pretende tomar un mínimo de 5 observaciones por referencia siendo lo ideal 10 observaciones por referencia, sin embargo, en ocasiones es difícil obtener este número, por lo que se ha establecido que el número de observaciones varíe entre 5 y 10 para darle mayor precisión al estudio.

8.4. CÁLCULO DE LOS SUPLEMENTOS

Para calcular los suplementos, se tuvieron en cuenta los tiempos para las necesidades personales de los operarios del área, al igual que los tiempos por paradas y cambio de insumos. A continuación se resumen los conceptos por suplementos:

- Tiempo para necesidades personales : 5 minutos (2 veces por turno con duración de 10 minutos)
- Tiempo de almuerzo: 20 minutos por turno
- Tiempo de relevos : 25 minutos por turno
- Tiempo para quitar cartones y soportes de los carros : 0.5 minutos
- Tiempo improductivo(cortar punteras, traer insumos) : 0.5 minutos a 1 minutos
- Tiempo de paradas por montacargas o cambio del plástico o stretch: 5 minutos aproximadamente

La sumatoria de estos tiempos aproximadamente representa 90 minutos del turno, por lo que se calcula el porcentaje de la siguiente forma:

$$\begin{array}{rcl} 480 \text{ minutos} & \longrightarrow & 100\% \\ 90 \text{ minutos} & \longrightarrow & x \end{array}$$

$$X = (90 \text{ minutos} * 100\%) / 480 \text{ minutos} = 18.75\%$$

Lo que representa que el porcentaje de suplementos equivale a un 18.75%.

$$\text{TN prom} = \sum \text{TN de cada observacion para cada elemento} / \text{No. de observaciones}$$

$$TE \text{ (Tiempo estándar)} = \frac{TN \text{ prom}}{(1 - (\text{Suplementos}/100))}$$

Y la tabla obtenida, presenta la suma de los tiempos estándar por elemento que equivale al tiempo estándar de la operación

Figura 19. Cuadro para obtener el tiempo estándar de la operación

Totales		
TN		
Tnprom		
TE		
TN		
Tnprom		
TE		
TN		
Tnprom		
TE		
TN		
Tnprom		
TE		
TN		
Tnprom		
TE		
TN		
Tnprom		
TE		
TN		
Tnprom		
TE		
TN		
Tnprom		
TE		
Tiempo estándar total		minutos

Ciclos	10
Suplementos	18,75 % (90minutos) por turno

De esta forma se halló el tiempo estándar por referencia, para determinar cuál debe ser la productividad de los operarios si empacan determinada referencia por turno.

Para visualizar mejor este procedimiento, se tomará el ejemplo de la determinación del tiempo estándar para la referencia ALNA315.

En cuanto a la división de la tarea en elementos, los elementos identificados en el empaque de esta referencia fueron:

- Verificar orden de producción
- Medir dureza del material
- Pegar stickers en los perfiles (alta rotación)
- Colocar piezas en la mesa para inspeccionar la calidad de las mismas
- Cortar plástico número uno
- Empaque de la primera columna de perfiles
- Terminar primera columna con stretch
- Cortar plástico número dos
- Empaque de la segunda columna de perfiles
- Terminar las dos columnas usando punteras y stretch
- Generar etiquetas para trazabilidad de los paquete

Después, se procedió a realizar la toma de los tiempos con cronómetro, durante 8 oportunidades, valorando simultáneamente el desempeño de los operarios y registrando dichos tiempos en el formato antes mencionado.

Una vez se registró el tiempo en el formato, se ingresaron los datos en Excel para el cálculo de tiempo normal haciendo uso de los porcentajes de valoración y los tiempos observados en cada uno de los ciclos.

Figura 20. Imagen de archivo en Excel para el cálculo del tiempo normal del proceso de empaque de la referencia ALNA315

Elemento	Observación	1	2	3	4
1. Verificar pedido	Tiempo	0.95	0.95	0.95	0.95
2. Tomar dices	Tiempo	0.95	0.95	0.95	0.95
3. Pegar stickers	Tiempo	0.95	0.95	0.95	0.95
4. Colocar piezas en mesa (calidad)	Tiempo	0.95	0.95	0.95	0.95
5. Cortar plástico 1	Tiempo	0.95	0.95	0.95	0.95
6. Empaque 1	Tiempo	0.95	0.95	0.95	0.95
7. Terminar 1 (estruct)	Tiempo	0.95	0.95	0.95	0.95
8. Cortar plástico 2	Tiempo	0.95	0.95	0.95	0.95
9. Empaque 2	Tiempo	0.95	0.95	0.95	0.95
10. Terminar 2 (paquetes y estruct)	Tiempo	0.95	0.95	0.95	0.95
11. Generar etiquetas para trazabilidad	Tiempo	0.95	0.95	0.95	0.95

Cuando se calculó el tiempo normal por elemento, se procedió a calcular el tiempo normal total, consistente en la sumatoria de todos los tiempos normales de los ciclos por elemento. Seguidamente, se calculó el tiempo normal promedio dividiendo el tiempo normal total entre el número de observaciones realizadas y finalmente se realizó el cálculo del tiempo estándar de la operación teniendo en cuenta los tiempos normales y los suplementos previamente establecidos.

Cuadro 3. Determinación del tiempo estándar del proceso de empaque de la referencia ALNA315

Totales	
TN	0,950
Tnprom	0,119
TE	0,146
TN	0,475
Tnprom	0,059
TE	0,073
TN	14,695
Tnprom	1,837
TE	2,261
TN	10,206
Tnprom	1,276
TE	1,570
TN	3,388
Tnprom	0,424
TE	0,521
TN	23,248
Tnprom	2,906
TE	3,577
TN	3,642
Tnprom	0,455
TE	0,560
TN	3,490
Tnprom	0,436
TE	0,537
TN	21,997
Tnprom	2,750
TE	3,384
TN	10,185
Tnprom	1,273
TE	1,567
TN	4,143
Tnprom	0,518
TE	0,637
Tiempo estándar total	14,834 minutos

Ciclos	8
Suplementos	18,75 % (90minutos) por turno

Este mismo procedimiento se realizó para las 100 referencias de alta rotación de la perfilería en crudo, y a continuación se presenta un cuadro resumen, con los tiempos estándares calculados especificando cuantas cajas y Kilogramos deberían de empacar los operarios por turno si se empacara solo esa referencia.

Cuadro 4. Tiempos estándar por referencia

TIPO DE EMPAQUE	REF	TIEMPO ESTÁNDAR		CAJAS TURNO	KILOS POR PAQUETE	KG TURNO
PALET NACIONAL 2	AA009	10,03	minutos	39	46	1789
PALET NACIONAL 1	A006	10,41	minutos	37	43	1612
PALET NACIONAL 1	A015	4,70	minutos	83	47	3903
PALET NACIONAL 1	A018	8,42	minutos	46	46	2132
PALET NACIONAL 1	A019	5,83	minutos	67	45	3010
PALET NACIONAL 1	AA059	12,71	minutos	31	43	1320
PALET NACIONAL 1	ALN033	6,11	minutos	64	43	2747
PALET NACIONAL 1	ALN1015	6,41	minutos	61	40	2432
PALET NACIONAL 1	ALN1101	8,05	minutos	48	47	2278
PALET NACIONAL 1	ALN1102	6,52	minutos	60	48	2870
PALET NACIONAL 1	ALN1122	7,97	minutos	49	43	2104
PALET EXPORT	ALN1454	5,18	minutos	75	34	2558
PALET NACIONAL 2	ALN151	9,06	minutos	43	44	1894
PALET NACIONAL 2	ALN1630	17,12	minutos	23	48	1093
PALET NACIONAL 2	ALN1631	14,91	minutos	26	44	1151
PALET NACIONAL 1	ALN1643	8,56	minutos	46	42	1914
PALET NACIONAL 2	ALN1650	13,13	minutos	30	42	1247
PALET NACIONAL 1	ALN1652	4,38	minutos	89	28	2494
PALET EXPORT	ALN1658	6,29	minutos	62	39	2417
PALET NACIONAL 1	ALN1729	4,77	minutos	82	44	3597
PALET NACIONAL 1	ALN1769	5,23	minutos	75	40	2983
PALET NACIONAL 1	ALN190	6,24	minutos	62	42	2624
PALET NACIONAL 1	ALN280	10,71	minutos	36	47	1711
PALET NACIONAL 1	ALN319	9,22	minutos	42	50	2114
PALET NACIONAL 2	ALN362	12,34	minutos	32	47	1485
PALET NACIONAL 1	ALN391	7,60	minutos	51	45	2309
PALET NACIONAL 1	ALN413	5,92	minutos	66	46	3031
PALET NACIONAL 1	ALN416	7,45	minutos	52	45	2356
PALET NACIONAL 1	ALN435	11,29	minutos	35	42	1450
PALET NACIONAL 1	ALN449	5,27	minutos	74	37	2737
PALET NACIONAL 1	ALN704	6,37	minutos	61	48	2941
PALET NACIONAL 1	ALN705	3,99	minutos	98	35	3423
PALET NACIONAL 1	ALN706	5,65	minutos	69	42	2900
PALET NACIONAL 1	ALN708	5,72	minutos	68	39	2660
PALET NACIONAL 2	ALN711	15,23	minutos	26	43	1101
PALET NACIONAL 1	ALN714	8,40	minutos	46	43	1997
PALET NACIONAL 2	ALN839	13,59	minutos	29	49	1406
PALET NACIONAL 1	ALNA150	7,23	minutos	54	46	2482

Cuadro 4. (Continuación)

TIPO DE EMPAQUE	REF	TIEMPO ESTÁNDAR		CAJAS TURNO	KILOS POR PAQUETE	KG TURNO
PALET NACIONAL 1	ALNA1526	3,61	minutos	108	48	5179
PALET NACIONAL 2	ALNA174	13,52	minutos	29	47	1356
PALET NACIONAL 2	ALNA176	9,85	minutos	40	48	1900
PALET NACIONAL 1	ALNA177	11,27	minutos	35	47	1626
PALET NACIONAL 2	ALNA315	14,83	minutos	26	42	1104
PALET NACIONAL 2	ALNA349	11,89	minutos	33	45	1476
PALET NACIONAL 1	ALNA388	6,67	minutos	58	44	2571
PALET NACIONAL 1	ALNA391	7,39	minutos	53	51	2692
PALET NACIONAL 1	ALNA635	10,54	minutos	37	48	1776
PALET NACIONAL 1	ALNB147	13,25	minutos	29	41	1206
PALET NACIONAL 2	ALNB193	13,94	minutos	28	46	1287
EMPAQUE CARTÓN	ALNB292	11,18	minutos	35	40	1395
PALET NACIONAL 2	ALNB393	10,86	minutos	36	44	1579
EMPAQUE FORSA	AN5410	2,71	minutos	144	50	7188
PALET EXPORT	C006	5,85	minutos	67	49	3265
PALET NACIONAL 1	COS001	5,13	minutos	76	48	3652
PALET NACIONAL 1	D028	16,03	minutos	24	46	1120
PALET NACIONAL 1	DEM001	8,50	minutos	46	47	2157
PALET NACIONAL 1	ETE036	8,40	minutos	46	45	2090
PALET NACIONAL 1	ETF007	9,08	minutos	43	46	1977
PALET EXPORT	EUR020	3,17	minutos	123	47	5790
PALET NACIONAL 1	F009	8,03	minutos	49	42	2040
EMPAQUE FORSA	FAS088	2,73	minutos	143	47	6715
PALET EXPORT	HUN030	5,07	minutos	77	44	3386
PALET NACIONAL 1	HUN031	7,23	minutos	54	49	2642
PALET NACIONAL 1	ITM001	13,58	minutos	29	26	747
PALET NACIONAL 1	JAG001	5,05	minutos	77	48	3709
EMPAQUE CARTÓN	JAM027	12,80	minutos	30	46	1402
EMPAQUE CARTÓN	JAM031	8,35	minutos	47	46	2149
PALET EXPORT	LIM119	8,02	minutos	49	50	2431
EMPAQUE CARTÓN	MPY002	8,53	minutos	46	41	1876
PALET NACIONAL 1	P012	6,56	minutos	59	43	2556
PALET NACIONAL 1	P030	9,06	minutos	43	43	1850
PALET NACIONAL 1	P060	5,66	minutos	69	42	2896

Cuadro 4. (Continuación)

TIPO DE EMPAQUE	REF	TIEMPO ESTÁNDAR		CAJAS TURNO	KILOS POR PAQUETE	KG TURNO
PALET NACIONAL 1	P061	3,37	minutos	116	42	4862
PALET EXPORT	P137	9,74	minutos	40	47	1882
PALET NACIONAL 1	R010	7,66	minutos	51	45	2290
PALET NACIONAL 1	R011	5,34	minutos	73	49	3581
PALET NACIONAL 1	R013	7,22	minutos	54	42	2270
EMPAQUE EXPORT	RPD014	4,73	minutos	83	24	1981
EMPAQUE EXPORT	RPD017	6,49	minutos	60	25	1502
EMPAQUE EXPORT	RPD018	5,28	minutos	74	29	2142
EMPAQUE EXPORT	RPD019	6,50	minutos	60	31	1860
PALET NACIONAL 1	S343	22,26	minutos	18	45	788
PALET NACIONAL 1	S370	4,96	minutos	79	48	3777
PALET NACIONAL 1	S388	9,41	minutos	41	48	1989
PALET NACIONAL 1	S596	8,97	minutos	43	43	1870
PALET NACIONAL 1	S630	17,56	minutos	22	47	1044
PALET NACIONAL 1	SA201	11,11	minutos	35	44	1545
PALET NACIONAL 1	SA382	19,76	minutos	20	45	888
EMPAQUE CARTÓN	SA598	25,01	minutos	16	45	702
PALET NACIONAL 1	T101	5,79	minutos	67	47	3164
PALET NACIONAL 1	T111	12,88	minutos	30	44	1332
PALET NACIONAL 1	T112	8,46	minutos	46	48	2213
PALET NACIONAL 1	T215	6,52	minutos	60	42	2513
PALET NACIONAL 1	T216	9,85	minutos	40	42	1662
PALET NACIONAL 2	T237	8,87	minutos	44	44	1935
PALET NACIONAL 1	T242	5,72	minutos	68	50	3411
PALET NACIONAL 1	T244	6,15	minutos	63	41	2600
PALET NACIONAL 1	T245	6,37	minutos	61	45	2755
PALET NACIONAL 1	T246	5,99	minutos	65	42	2733
PALET NACIONAL 1	TA077	7,76	minutos	50	42	2112
PALET NACIONAL 1	TA097	10,00	minutos	39	43	1678
PALET NACIONAL 1	TC004	12,96	minutos	30	46	1384
EMPAQUE TRIQUI	TC021	8,37	minutos	47	45	2098
EMPAQUE TRIQUI	TC027	6,26	minutos	62	41	2554
PALET NACIONAL 1	TR002	3,89	minutos	100	29	2907
PALET NACIONAL 1	TR005	3,27	minutos	119	23	2746

Como se puede observar, si se tienen en cuenta las referencias que toman mayor tiempo en el empaque (superior a 10 minutos) se puede evidenciar que entre

éstas se encuentran referencias de gran rotación tales como: SA-382, D028, ALNA315, ALNB193, ALNB393, A009, ITM001, TC021, TC004, ALNB147, AA059, A006, ALN1630, ALN1631, ALN435, SA201, T111, TC004, ALNB292, entre otras.

8.6. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES TEÓRICAS

De otro lado, es importante tener en cuenta la determinación del número de ciclos teórico para cada referencia. Para ello se usó la fórmula para la determinación del número de ciclos teóricos la cual tiene en cuenta el tiempo observado y el número de ciclos reales tomados previamente, así:

$$N = \left(\frac{40 \times \sqrt{\left((n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2 \right)}}{\sum X} \right)^2$$

Dónde:

N: Tamaño de la muestra que se desea determinar


n: Número de observaciones del estudio preliminar

X: Valor del tiempo observado para cada uno de los ciclos

Haciendo uso de esta fórmula y para cada elemento de cada referencia, se calcularon el número de observaciones teóricas para compararlas con el número de observaciones reales tomadas y determinar el faltante.

Para el caso de la referencia ALNA315, se calculó el número de ciclos teóricos para cada elemento, y se escogió el resultado mayor, como el número de ciclos teóricos a tomar en el proceso de empaque de esa referencia, el resultado fue el siguiente:

Figura 21. Determinación del número de ciclos teóricos para la referencia ALNA315

GRUPO ALUMINA-ALUMINIO NACIONAL											
FORMATO No. 2											
FORMATO PARA CÁLCULO DEL NÚMERO DE CICLOS TEÓRICOS POR REFERENCIA											
LINEA 1											
											
DATOS REFERENCIA		ALNA315									
Numero de piezas		28									
Largo		6 metros									
Temple		5									
Elemento	Observación	1	2	3	4	5	6	7	8	Sumatorias	Número real de observaciones
1.Verificar pedido	To	1,00								1,00	0
	To*2	1,00								1,00	
2.Tomar dureza	To	0,50								0,50	0
	To*2	0,25								0,25	
3.Pegar stickers	To	12,289			2,633		0,683			15,61	
	To*2	151,02			6,93		0,47			158,42	
4. Colocar piezas en mesa (calidad)	To	1,33	1,28	1,21	1,75	1,27	1,20	1,30	1,40	10,74	24
	To*2	1,78	1,65	1,46	3,06	1,80	1,44	1,69	1,96	14,65	
5.Cortar plástico 1	To	0,38	0,40	0,50	0,47	0,52	0,42	0,45	0,42	3,55	16
	To*2	0,15	0,16	0,25	0,22	0,27	0,17	0,20	0,17	1,59	
6. Empaque 1	To	2,95	2,68	2,88	3,17	3,27	3,22	3,20	2,98	24,35	6
	To*2	8,70	7,20	8,31	10,03	10,67	10,35	10,24	8,90	74,40	
7.Terminar 1 (streeth)	To	0,47	0,47	0,45	0,48	0,57	0,55	0,35	0,47	3,81	27
	To*2	0,22	0,22	0,20	0,23	0,32	0,30	0,12	0,22	1,84	
8.Cortar plástico 2	To	0,40	0,47	0,39	0,53	0,40	0,55	0,45	0,47	3,66	25
	To*2	0,16	0,22	0,15	0,28	0,16	0,30	0,20	0,22	1,70	
9. Empaque 2	To	2,63	3,28	3,32	2,78	2,45	3,28	2,47	2,80	23,02	23
	To*2	6,93	10,78	11,00	7,75	6,00	10,78	6,08	7,84	67,17	
10.Terminar 2 (punteras y streeth)	To	1,27	1,25	1,75	1,35	1,13	1,43	1,20	1,40	10,78	28
	To*2	1,60	1,56	3,06	1,82	1,28	2,05	1,44	1,96	14,79	
11.Generar etiquetas para trazabilidad	To		1,18		0,85	0,75	0,80	0,77	3,84	8,19	
	To*2		1,40		0,72	0,56	0,64	0,59	14,76	18,67	
Número de ciclos Teóricos											28

Para la referencia ALNA315, el número de ciclos teóricos a tomar son 28 de los cuales solo se tomaron 8 observaciones, lo que sugiere que deben tomarse 20 observaciones más del empaque de esta referencia en las mismas condiciones.

Este mismo ejercicio se realizó para cada referencia estudiada, la mayoría de las veces , el número de ciclos teóricos a tomar en el estudio es mayor al número de observaciones reales que se realizaron , esto se debe a que las condiciones del proceso limitaban el número de observaciones a el número de paquetes elaborados dependiendo de los pedidos realizados, es decir, que al ser Alumina una empresa que produce contra pedido, los diferentes perfiles llegaban a la zona de empaque en un número que dependía exclusivamente del requerimiento del cliente.

De otro lado, muchos de los paquetes requieren un número de piezas muy alto debido al kilogramo metro de la perfilería, por ello, un número mayor de observaciones al realizado, requería la presencia de un número muy alto de perfiles en la zona y esto no era posible puesto como se explicó anteriormente el número de las piezas dependía de los requerimientos de los diferentes clientes.

A continuación se presenta un cuadro resumen que expone el número de observaciones reales, el número de observaciones teóricas halladas mediante la fórmula y el faltante de observaciones que deberían realizarse en las mismas condiciones para cada referencia:

Cuadro 5. Número de ciclos reales versus número de ciclos teóricos para cada referencia

REFERENCIA	Número de ciclos reales	Número de ciclos teóricos	Faltante
AA009	6	31	25
A006	6	33	27
A015	10	43	33
A018	7	25	18
A019	8	33	25
AA059	10	27	17
ALN033	8	30	22
ALN1015	8	53	45
ALN1101	8	37	29
ALN1102	10	22	12
ALN1122	9	42	33
ALN1454	7	41	34
ALN151	5	45	40
ALN1630	8	27	19
ALN1631	8	40	32
ALN1643	6	29	23
ALN1650	6	24	18
ALN1652	9	36	27
ALN1658	8	33	25
ALN1729	7	27	20
ALN1769	7	23	16
ALN190	8	34	26
ALN280	7	38	31
ALN319	8	35	27
ALN362	7	36	29
ALN391	8	32	24
ALN413	7	37	30
ALN416	10	39	29
ALN435	6	26	20
ALN449	8	17	9

Cuadro 5. (Continuación)

REFERENCIA	Número de ciclos reales	Número de ciclos teóricos	Faltante
ALN704	7	29	22
ALN705	7	28	21
ALN706	10	36	26
ALN708	6	39	33
ALN711	6	24	18
ALN714	8	37	29
ALN839	5	41	36
ALNA150	6	41	35
ALNA1526	13	23	10
ALNA174	7	41	34
ALNA176	8	40	32
ALNA177	7	47	40
ALNA315	8	28	20
ALNA349	6	32	26
ALNA388	13	23	10
ALNA391	6	45	39
ALNA635	8	48	40
ALNB147	7	30	23
ALNB193	7	39	32
ALNB292	7	25	18
ALNB393	6	34	28
AN5410	11	37	26
C006	11	27	16
COS001	11	29	18
D028	11	30	19
DEM001	6	35	29
ETE036	6	29	23
ETF007	6	40	34
EUR020	7	31	24
F009	8	44	36
FAS088	10	24	14
HUN030	7	28	21
HUN031	9	10	1
ITM001	7	29	22
JAG001	11	22	11
JAM027	6	34	28
JAM031	9	43	34
LIM119	7	28	21

Cuadro 5. (Continuación)

REFERENCIA	Número de ciclos reales	Número de ciclos teóricos	Faltante
MPY002	10	49	39
P012	12	42	30
P030	7	35	28
P060	10	43	33
P061	10	36	26
P137	7	45	38
R010	8	48	40
R011	12	35	23
R013	7	27	20
RPD014	10	38	28
RPD017	8	42	34
RPD018	6	36	30
RPD019	6	50	44
S343	8	44	36
S370	6	29	23
S388	7	35	28
S596	7	33	26
S630	7	30	23
SA201	6	38	32
SA382	7	38	31
SA598	8	49	41
T101	6	39	33
T111	8	35	27
T112	6	26	20
T215	7	24	17
T216	10	30	20
T237	9	37	28
T242	10	28	18
T244	8	25	17
T245	6	21	15
T246	10	31	21
TA077	7	44	37
TA097	8	41	33
TC004	8	34	26
TC021	9	45	36
TC027	6	39	33
TR002	9	36	27
TR005	14	42	28

Una vez realizada esta etapa, se procedió a realizar la determinación de los costos del proceso, como se puede visualizar a continuación.

9. IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS INCURRIDOS EN MANO DE OBRA E INSUMOS PARA EL PROCESO DE EMPAQUE DE 100 DE LAS REFERENCIAS DE LA PERFILERÍA EN CRUDO DE ALTA ROTACIÓN.

Para esta etapa, se empleó observación directa y el muestreo como herramientas para su desarrollo. Esto, debido a que mientras se realizaba la toma de tiempos se identificaron los principales insumos empleados para realizar el empaque de cada referencia, así como un estimado de su cantidad (número de vueltas del stretch, tipo de plástico usado, largo de corte, entre otros).

9.1. DETERMINACIÓN DE COSTOS UNITARIOS DE INSUMOS

- **STRECHT:**

Dentro de los muestreos que se llevaron a cabo, estuvo inicialmente el de la cantidad de stretch empleado en el empaque de cada una de estas referencias, determinando su peso con ayuda de una gramera. En este sentido también se realizó el pesaje de los rollos de stretch, así como de los rodillos de core para determinar mediante una proporción cual es el valor aproximado del stretch empleado en cada paquete de cada referencia. (Según forma de la caja, número de piezas, etc.).

De estos datos se tiene que:

Cuadro 6. Datos peso stretch mesas de empaque

	Stretch (Kg)	Core (Kg)	Neto (Kg)
	1.01	0.182	0.828
	0.872	0.178	0.694
	0.984	0.174	0.810
	0.958	0.182	0.776
	0.972	0.174	0.798
	1.04	0.176	0.864
	0.896	0.18	0.716
Promedio	0.962	0.178	0.784

En promedio por rollo de stretch se tienen 0.784 Kg. de material, lo cual tiene un valor de \$5.901.

- **PLÁSTICOS (POLIETILENO NEGRO DE 32" Y DE 54") Y PAPELES**

Otro muestreo importante que se realizó, fue el del polietileno negro de 32 pulgadas y de 64 pulgadas, así como el del papel kraft. Este muestreo consistió en cortar un plástico o papel a 6 metros de largo y pesarlo en la gramera para determinar qué porcentaje del valor total de los rollos le corresponde al tramo que es usado en cada paquete y así poder determinar el costo del mismo. Cabe aclarar que para esto se tuvo en cuenta el largo en el cual se presenta la referencia.

Teniendo en cuenta que los valores obtenidos de kilos por metro fueron los siguientes:

- Plástico polietileno negro de 32"= 0.054 Kg./ 1 metro
- Plástico polietileno negro de 54"= 0.062 Kg./ 1metro
- Papel= 0.043 Kg./ 1 metro

Se tiene la siguiente tabla:

Cuadro 7. Datos del peso del polietileno y papel empleados en mesas de empaque

Tipo	Largo (mt)	Peso (Kg.)
Plástico 32"	6	0.324
Plástico 32"	5	0.27
Plástico 32"	4	0.216
Plástico 32"	3	0.162
Plástico 54"	6	0.372
Plástico 54"	5	0.31
Plástico 54"	4	0.248
Plástico 54"	3	0.186
Papel	6	0.258
Papel	5	0.215
Papel	4	0.172
Papel	3	0.129

- **PUNTERAS**

Para la determinación de la cantidad y el valor de las punteras, se observó que:

Se tiene que de 1 puntera de 15 cm. de ancho y 1.10 metros de largo pueden obtenerse 4 punteras pequeñas para el empaque, las cuales tienen un valor de \$32.75 el cual se deriva de dividir el valor de la puntera grande (\$131) entre 4.

Por otro lado, de 1 puntera de 20 cm. de ancho y 1.10 metros de largo pueden obtenerse 4 punteras pequeñas para el empaque, las cuales tienen un valor de \$45.5 el cual se deriva de dividir el valor de la puntera grande (\$182) entre 4.

- **SUNCHOS Y GRAPAS**

De estos insumos se puede concluir a partir de la observación directa, que la mayoría de las veces se realizan 5 amarres en los paquetes, en los cuales se utiliza aproximadamente 3 metros de suncho. En este sentido se debe tener en cuenta que cada metro de suncho tiene un valor de \$22.10.

En cuanto a las grapas estas vienen en bolsas por 400 unidades, y tienen un costo por unidad de \$14,28.

- **LÁMINAS DE CARTÓN**

Dependiendo del tamaño de los paquetes, así mismo se escoge la lámina para armar la caja de cartón cuando se requiere este tipo de empaque.

Existen láminas de:

- 75 cm. * 3.20 metros , las cuales tienen un costo unitario de \$1811
- 65 cm. * 3 metros, las cuales tienen un costo unitario de \$1550.9
- 55 cm. * 3.20 metros, las cuales tienen un costo unitario de \$1368
- 50 cm. * 3.20 metros, las cuales tienen un costo unitario de \$1264

- **ETIQUETAS**

Para determinar el valor unitario de esta insumo se tomó el valor del rollo (\$17.473) y se dividió entre el número de unidades que vienen en el mismo (1000 unidades), con lo cual se encontró que el costo unitario de cada etiqueta es de \$17.47.

- **TINTA**

Para la determinación del costo de la tinta empleada en la elaboración de cada etiqueta por paquete, se consideró que si el rollo de cinta mide aproximadamente 300 metros y cada etiqueta tiene una longitud de 8 cm, de cada rollo pueden obtenerse 3750 unidades. Según esto, si el valor del rollo es de \$19.649, el valor unitario de la tinta es de \$5.24.

- **STICKER AZUL DE ALUMINA**

Para este insumo se tuvo en cuenta que el costo unitario es de \$4.89, y está disponible por rollos de 2000 unidades.

A continuación se presenta un cuadro resumen con cada uno de los insumos empleados en el empaque así como su correspondiente valor unitario.

Cuadro 8. Resumen costos unitarios insumos empleados en el proceso de empaque

DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL	UNIDAD DE PRESENTACIÓN	CANTIDAD USADA EN EMPAQUE	UND	COSTO UNITARIO DEL INSUMO
Polietileno negro 32" a 6 metros	\$ 3,50	Kg.	0.324	Kg.	\$ 1,134.00
Polietileno negro 32" a 5 metros	\$ 3,50	Kg.	0.27	Kg.	\$ 945.00
Polietileno negro 32" a 4 metros	\$ 3,50	Kg.	0.216	Kg.	\$ 756.00
Polietileno negro 32" a 3 metros	\$ 3,50	Kg.	0.162	Kg.	\$ 567.00
Polietileno negro 54" a 6 metros	\$ 3,50	Kg.	0.372	Kg.	\$ 1,302.00
Polietileno negro 54" a 5 metros	\$ 3,50	Kg.	0.31	Kg.	\$,085.00
Polietileno negro 54" a 4 metros	\$ 3,50	Kg.	0.248	Kg.	\$ 868.00
Polietileno negro 32" a 3 metros	\$ 3,50	Kg.	0.162	Kg.	\$ 567.00

Cuadro 8. (Continuación)

DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL	UNIDAD DE PRESENTACIÓN	CANTIDAD USADA EN EMPAQUE	UND	COSTO UNITARIO DEL INSUMO
Polietileno negro 54" a 3 metros	\$ 3,50	Kg.	0.186	Kg.	\$ 651
Papel de 38" a 6 metros	\$ 2,98	Kg.	0.258	Kg.	\$ 768.84
Papel de 38" a 5 metros	\$ 2,98	Kg.	0.215	Kg.	\$ 640.70
Papel de 38" a 4 metros	\$ 2,98	Kg.	0.172	Kg.	\$ 512.56
Papel de 38" a 3 metros	\$ 2,98	Kg.	0.129	Kg.	\$ 384.42
Stretch blanco 12"	\$ 5,46	Unidad	0.02	Kg.	\$ 109.28
Puntera 15 cm.	\$ 131	Unidad	0.25	Unidad	\$ 32.75
Puntera 20 cm.	\$ 182	Unidad	0.25	Unidad	\$ 45.5
Etiqueta	\$ 17.2	Unidad	1.00	Unidad	\$ 17.47
Cinta negra (impresora)	\$ 5.24	Unidad	1.00	Unidad	\$ 5.24
Sticker	\$ 4.89	Unidad	30	Unidad	\$ 146.70
Lámina de cartón (75mm)	\$ 1,81	Unidad	1.00	Unidad	\$ 1,368
Lámina de cartón (65mm)	\$ 1,55	Unidad	1.00	Unidad	\$ 1,264
Lámina de cartón (55mm)	\$ 1,37	Unidad	1.00	Unidad	\$ 22.10
Lámina de cartón (50mm)	\$ 1,26	Unidad	1.00	Unidad	\$ 14.28
Suncho plástico	\$ 22.1	Metro	3	Metros	\$ 66.3
Grapa plástica	\$ 14.2	Unidad	5.00	Unidad	\$ 71.40

*Los valores en rojo varían dependiendo del número de unidades por paquete y del largo de los perfiles.}

9.2. DETERMINACIÓN DE COSTOS DE LA MANO DE OBRA

Para determinar el costo de la mano de obra empleada en el proceso de empaque de las diferentes referencias, se tuvo en cuenta los tiempos estándares

hallados en la etapa anterior, y se tuvo en cuenta la duración del turno (ocho horas) y el salario mensual de un operario.

Según esto, cabe aclarar que en la operación de empaque participan aproximadamente dos personas. En el empaque participa un operario Alumina grupo III, el cual es el operario de la mesa y su ayudante generalmente temporal Proservis.

A continuación se relacionan los salarios de cada uno de estos operarios:

COSTO MANO OBRA MENSUAL POR OPERARIO

	EMPRESA
SALUD	8.5%
PENSION	12%
PARAFISCALES	9%
ARP	2.436%
TOTAL SEGURIDAD SOCIAL	31.94%

PROVISION MENSUAL PRESTACIONES SOCIALES POR OPERARIO

CESANTIAS	8.33%
INT. CESANTIAS	1%
PRIMA	8.33%
VACACIONES	1.25%
TOTAL PRESTACIONES	18.91%

Cuadro 9. Salarios operarios de empaque temporales

<u>OPERARIO TEMPORAL</u>	
SALARIO	\$ 742,459
COSTO SEGURIDAD SOCIAL	\$ 237,112
COSTO PRESTACIONES SOCIALES	\$ 140,399
TOTAL SALARIO MENSUAL	\$ 1,120,000

Cuadro 10. Salarios operarios de empaque Alumina

OPERARIO ALUMINA GRUPO III	
SALARIO	\$ 1,581,041
COSTO SEGURIDAD SOCIAL	\$ 504,921
COSTO PRESTACIONES SOCIALES	\$ 298,975
TOTAL SALARIO MENSUAL	\$ 2,385,000

Claro esto, se hace el cálculo del salario por día (teniendo en cuenta que se laboran 26 días en el mes) por turno (8 horas), además del valor por minuto, para usar este último junto con el tiempo estándar empleado en el empaque de cada referencia y así poder determinar el costo de mano de obra de los operarios de empaque.

En el siguiente cuadro se relacionan los valores antes mencionados:

Cuadro 11. Salario mensual, diario, por turno y por minuto de los operarios de empaque

Operario	Salario mensual	Salario diario	Salario por turno	Salario por minuto
Alumina Grupo III	\$ 2,385,000	91,730.77	11,466.35	191.11
Temporal Proservis	\$ 1,120,000	43,076.92	5,384.62	89.74

Un vez se tienen estos valores, se procede a utilizar el siguiente formato , el cual permite calcular los costos unitarios por insumos y mano de obra para cada referencia anotada, teniendo en cuenta el tipo de empaque requerido por cada una de éstas, los insumos propios de cada uno y el tiempo estándar establecido para esa operación.

Figura 22. Tabla para obtener los costos unitarios de la operación de empaque

GRUPO ALUMINA-ALUMINIO NACIONAL

FORMATO No. 3

FORMATO PARA CÁLCULO DE LOS COSTOS DE EMPAQUE POR REFERENCIA

LINEA 1

EMPAQUE PALETIZADO (1 POLIETILENO DE 32")



Código almacén	Descripción	Artículo		Cantidad		Valor por paquete	Valor por Kilo	
		unidad	costo	Cantidad	Unidad			
4160	Poliétileno negro	Kg	\$ 3.500,00	0,324	Kg	\$ 1.134,00	\$ 26,16	
19892	Stretch blanco 1"	Unidad	\$ 5.464,00	0,012	Kg	\$ 65,57	\$ 1,51	
19319	Stretch blanco 1"	Unidad	\$ 7.800,00	0,07	Kg	\$ 546,00	\$ 12,60	
19313	Stretch verde 16"	Unidad	\$ 9.500,00	0,07	Kg	\$ 665,00	\$ 15,34	
3771	papel kraft	Kg	\$ 3.176,00	0,25	Kg	\$ 794,00	\$ 18,32	
4268	puntera 15 cm	Unidad	\$ 131,00	0,5	Unidad	\$ 65,50	\$ 1,51	
16257	Etiqueta	Unidad	\$ 17,47	1,00	Unidad	\$ 17,47	\$ 0,40	
1732	Cinta negra (imp)	Unidad	\$ 5,24	1,00	Unidad	\$ 5,24	\$ 0,12	
9139	Sticker	Unidad	\$ 4,89	24	Unidad	\$ 117,36	\$ 2,71	
						\$ 3.410,14	78,6762	
TOTAL MATERIALES								\$ 78,68
		MENSUAL	DIARIO	POR HORA	POR CAJA	POR KILO		
MANO DE OBRA	Alumina Grupo	\$ 2.385.000,00	\$ 91.730,77	\$ 11.466,35	\$ 1.972,95	\$ 45,52		
	Temporal	\$ 1.120.000,00	\$ 43.076,32	\$ 5.384,62	\$ 326,50	\$ 21,38	Tiempo estimado por caja	10,32
MANO DE OBRA	Paletizadora	\$ 1.120.000,00	\$ 43.076,32	\$ 5.384,62	\$ 150,77	\$ 3,48	Promedio de cajas paletizadas por hora	36
TOTAL MANO DE OBRA						\$ 70,37		

TOTAL VALOR DEL PAQUETE POR KILO


\$ 149,05

TOTAL VALOR DEL PAQUETE

\$ 6.409

MINUTOS

Cuadro 12. Determinación de Costos unitarios por insumos y mano de obra de la referencia ALNA315

GRUPO ALUMINA-ALUMINIO NACIONAL FORMATO No. 3 FORMATO PARA CÁLCULO DE LOS COSTOS DE EMPAQUE POR REFERENCIA LINEA 1 EMPAQUE PALETIZADO (2 POLIETILENO DE 32")								
								
Código almacén	Descripción	Artículo		Cantidad		Valor por paquete	Valor por Kilo	
		unidad	costo	Cantidad	Unidad			
4160	Polietileno negro 32"	Kg	\$ 3.500,00	0,648	Kg	\$ 2.268,00	\$ 53,57	
19892	Strech blanco 12"	Unidad	\$ 5.464,00	0,014	Kg	\$ 76,50	\$ 1,81	
4268	puntera 15 cm	Unidad	\$ 131,00	1,5	Unidad	\$ 196,50	\$ 4,64	
16257	Etiqueta	Unidad	\$ 17,47	1,00	Unidad	\$ 17,47	\$ 0,41	
1732	Cinta negra (impresora)	Unidad	\$ 5,24	1,00	Unidad	\$ 5,24	\$ 0,12	
9139	Sticker	Unidad	\$ 4,89	28	Unidad	\$ 136,92	\$ 3,23	
						\$ 2.700,63		
							\$ 63,79	
	TOTAL MATERIALES							
		MENSUAL	DIARIO	POR HORA	POR CAJA	POR KILO		
MANO DE OBRA EMPAQUE	Alumina Grupo III	\$ 2.385.000,00	\$ 91.730,77	\$ 11.466,35	\$ 2.834,86	\$ 66,96		
	Temporal	\$ 1.120.000,00	\$ 43.076,92	\$ 5.384,62	\$ 1.331,26	\$ 31,45	Tiempo est por caja	14,83 MINUTOS
	TOTAL MANO DE OBRA				\$ 4.166,12	\$ 98,41		
TOTAL							\$ 162,20	
TOTAL VALOR DEL PAQUETE							\$ 6.867	

El mismo ejercicio se realizó para cada una de las 100 referencias estudiadas. A continuación se presenta una tabla resumen que contiene el peso de cada uno de los paquetes de cada referencia y su respectivo costo por concepto de insumos y mano de obra empleados en el proceso de empaque.

Cuadro 13. Costos de insumos y mano de obra por paquete y por kilo

REFERENCIA	KILOS POR PAQUETE	COSTO TOTAL DEL PAQUETE	COSTO POR KILO	MATERIAL RELACIONADO CON EL TIPO DE EMPAQUE
AA009	46	\$ 6.200,60	\$ 134,80	2 POLIETILENOS 32"
A006	43	\$ 4.293,19	\$ 99,84	POLIETILENO DE 32"
A015	47	\$ 2.690,93	\$ 57,25	POLIETILENO DE 32"
A018	46	\$ 3.996,99	\$ 86,89	POLIETILENO DE 54"
A019	45	\$ 2.983,85	\$ 66,31	POLIETILENO DE 32"
AA059	43	\$ 5.226,48	\$ 121,55	POLIETILENO DE 32"
ALN033	43	\$ 3.002,52	\$ 69,83	POLIETILENO DE 32"
ALN1015	40	\$ 3.337,28	\$ 83,43	POLIETILENO DE 54"
ALN1101	47	\$ 3.868,72	\$ 82,31	POLIETILENO DE 54"
ALN1102	48	\$ 3.385,27	\$ 70,53	POLIETILENO DE 54"
ALN1122	43	\$ 3.830,41	\$ 89,08	POLIETILENO DE 54"
ALN1454	34	\$ 2.377,85	\$ 69,94	PAPEL
ALN151	44	\$ 5.073,00	\$ 115,30	2 POLIETILENOS 32"
ALN1630	48	\$ 7.771,58	\$ 161,91	2 POLIETILENOS 54"
ALN1631	44	\$ 6.879,00	\$ 156,34	2 POLIETILENOS 32"
ALN1643	42	\$ 3.989,31	\$ 94,98	POLIETILENO DE 54"

Cuadro 13. (Continuación)

REFERENCIA	KILOS POR PAQUETE	COSTO TOTAL DEL PAQUETE	COSTO POR KILO	MATERIAL RELACIONADO CON EL TIPO DE EMPAQUE
ALN1650	42	\$ 6.316,00	\$ 150,38	2 POLIETILENOS 32"
ALN1652	28	\$ 2.528,30	\$ 90,30	POLIETILENO DE 32"
ALN1658	39	\$ 2.657,26	\$ 68,13	PAPEL
ALN1729	44	\$ 2.721,27	\$ 61,85	POLIETILENO DE 32"
ALN1769	40	\$ 2.840,81	\$ 71,02	POLIETILENO DE 32"
ALN190	42	\$ 3.257,85	\$ 77,57	POLIETILENO DE 32"
ALN280	47	\$ 4.897,89	\$ 104,21	POLIETILENO DE 54"
ALN319	50	\$ 4.137,80	\$ 82,76	POLIETILENO DE 54"
ALN362	47	\$ 6.084,00	\$ 129,45	2 POLIETILENOS 32"
ALN391	45	\$ 3.544,00	\$ 78,76	POLIETILENO DE 32"
ALN413	46	\$ 3.210,50	\$ 69,79	POLIETILENO DE 54"
ALN416	45	\$ 3.664,61	\$ 81,44	POLIETILENO DE 54"
ALN435	42	\$ 5.076,57	\$ 120,87	POLIETILENO DE 54"
ALN449	37	\$ 3.027,43	\$ 81,82	POLIETILENO DE 54"
ALN704	48	\$ 3.126,83	\$ 65,14	POLIETILENO DE 32"
ALN705	35	\$ 2.430,00	\$ 69,43	POLIETILENO DE 32"
ALN706	42	\$ 2.946,08	\$ 70,14	POLIETILENO DE 32"
ALN708	39	\$ 2.988,00	\$ 76,62	POLIETILENO DE 32"
ALN711	43	\$ 7.041,00	\$ 163,74	2 POLIETILENOS 32"

Cuadro 13. (Continuación)

REFERENCIA	KILOS POR PAQUETE	COSTO TOTAL DEL PAQUETE	COSTO POR KILO	MATERIAL RELACIONADO CON EL TIPO DE EMPAQUE
ALN714	43	\$ 3.835,32	\$ 89,19	POLIETILENO DE 32"
ALN839	49	\$ 6.456,00	\$ 131,76	2 POLIETILENOS 32"
ALNA150	46	\$ 3.436,00	\$ 74,70	POLIETILENO DE 32"
ALNA1526	48	\$ 1.694,34	\$ 35,30	POLIETILENO DE 32"
ALNA174	47	\$ 3.815,00	\$ 81,17	2 POLIETILENOS 32"
ALNA176	48	\$ 5.299,00	\$ 110,40	2 POLIETILENOS 32"
ALNA177	47	\$ 4.731,96	\$ 100,68	POLIETILENO DE 32"
ALNA315	42	\$ 6.866,75	\$ 163,49	2 POLIETILENOS 32"
ALNA349	45	\$ 6.011,00	\$ 133,58	2 POLIETILENOS 32"
ALNA388	44	\$ 3.260,00	\$ 74,09	POLIETILENO DE 32"
ALNA391	51	\$ 3.720,54	\$ 72,95	POLIETILENO DE 54"
ALNA635	48	\$ 4.492,00	\$ 93,58	POLIETILENO DE 32"
ALNB147	41	\$ 5.317,38	\$ 129,69	POLIETILENO DE 54"
ALNB193	46	\$ 6.520,19	\$ 141,74	2 POLIETILENOS 32"
ALNB292	40	\$ 8.533,89	\$ 213,35	CARTÓN (LÁMINA DE 55CM)
ALNB393	44	\$ 5.625,44	\$ 127,85	2 POLIETILENOS 32"
AN5410	50	\$ 950,37	\$ 19,01	FORSA
C006	49	\$ 2.555,28	\$ 52,15	PAPEL
COS001	48	\$ 2.346,25	\$ 48,88	POLIETILENO DE 54"

Cuadro 13. (Continuación)

REFERENCIA	KILOS POR PAQUETE	COSTO TOTAL DEL PAQUETE	COSTO POR KILO	MATERIAL RELACIONADO CON EL TIPO DE EMPAQUE
D028	46	\$ 6.239,00	\$ 135,63	POLIETILENO DE 32"
DEM001	47	\$ 3.911,01	\$ 83,21	POLIETILENO DE 32"
ETE036	45	\$ 3.830,11	\$ 85,11	POLIETILENO DE 54"
ETF007	46	\$ 3.858,46	\$ 83,88	POLIETILENO DE 32"
EUR020	47	\$ 1.811,79	\$ 38,55	PAPEL
F009	42	\$ 3.770,55	\$ 89,78	POLIETILENO DE 54"
FAS088	47	\$ 933,24	\$ 19,86	FORSA
HUN030	44	\$ 2.608,01	\$ 59,27	PAPEL
HUN031	49	\$ 3.318,86	\$ 67,73	POLIETILENO DE 32"
ITM001	26	\$ 4.452,00	\$ 171,23	POLIETILENO DE 32"
JAG001	48	\$ 2.749,14	\$ 57,27	POLIETILENO DE 32"
JAM027	46	\$ 7.574,03	\$ 164,65	CARTÓN (LÁMINA DE 55CM)
JAM031	46	\$ 6.235,29	\$ 135,55	CARTÓN (LÁMINA DE 55CM)
LIM119	50	\$ 3.186,45	\$ 63,73	PAPEL
MPY002	41	\$ 7.316,92	\$ 178,46	CARTÓN (LÁMINA DE 75 CM)
P012	43	\$ 2.256,00	\$ 52,47	PALETIZADO SIN POLIETILENO
P030	43	\$ 3.944,00	\$ 91,72	POLIETILENO DE 32"
P060	42	\$ 2.887,00	\$ 68,74	POLIETILENO DE 32"

Cuadro 13. (Continuación)

REFERENCIA	KILOS POR PAQUETE	COSTO TOTAL DEL PAQUETE	COSTO POR KILO	MATERIAL RELACIONADO CON EL TIPO DE EMPAQUE
P061	42	\$ 2.201,84	\$ 52,42	POLIETILENO DE 32"
P137	47	\$ 3.840,53	\$ 81,71	PAPEL
R010	45	\$ 3.041,50	\$ 67,59	POLIETILENO DE 32"
R011	49	\$ 2.849,00	\$ 58,14	POLIETILENO DE 32"
R013	42	\$ 3.315,00	\$ 78,93	POLIETILENO DE 32"
RPD014	24	\$ 2.255,45	\$ 93,98	PAPEL
RPD017	25	\$ 2.750,87	\$ 110,03	PAPEL
RPD018	29	\$ 2.411,04	\$ 83,14	PAPEL
RPD019	31	\$ 3.473,02	\$ 112,03	PAPEL
S343	45	\$ 4.676,00	\$ 103,91	POLIETILENO DE 32"
S370	48	\$ 2.715,00	\$ 56,56	POLIETILENO DE 32"
S388	48	\$ 4.139,80	\$ 86,25	POLIETILENO DE 32"
S596	43	\$ 4.070,40	\$ 94,66	POLIETILENO DE 32"
S630	47	\$ 6.718,73	\$ 142,95	POLIETILENO DE 32"
SA201	44	\$ 4.752,33	\$ 108,01	POLIETILENO DE 54"
SA382	45	\$ 7.349,00	\$ 163,31	POLIETILENO DE 32"
SA598	45	\$ 9.552,73	\$ 212,28	CARTÓN (LÁMINA DE 65 CM)

Cuadro 13. (Continuación)

REFERENCIA	KILOS POR PAQUETE	COSTO TOTAL DEL PAQUETE	COSTO POR KILO	MATERIAL RELACIONADO CON EL TIPO DE EMPAQUE
T101	47	\$ 3.030,00	\$ 64,47	POLIETILENO DE 32"
T111	44	\$ 5.339,36	\$ 121,35	POLIETILENO DE 54"
T112	48	\$ 3.158,00	\$ 65,79	POLIETILENO DE 32"
T215	42	\$ 3.455,67	\$ 82,28	POLIETILENO DE 54"
T216	42	\$ 4.391,55	\$ 104,56	POLIETILENO DE 54"
T237	44	\$ 5.070,00	\$ 115,23	2 POLIETILENOS 32"
T242	50	\$ 2.925,00	\$ 58,50	POLIETILENO DE 32"
T244	41	\$ 3.243,98	\$ 79,12	POLIETILENO DE 54"
T245	45	\$ 3.325,33	\$ 73,90	POLIETILENO DE 54"
T246	42	\$ 3.240,44	\$ 77,15	POLIETILENO DE 54"
TA077	42	\$ 3.624,00	\$ 86,29	POLIETILENO DE 32"
TA097	43	\$ 4.408,03	\$ 102,51	POLIETILENO DE 54"
TC004	46	\$ 5.420,00	\$ 117,83	POLIETILENO DE 32"
TC021	45	\$ 3.443,00	\$ 76,51	PALETIZADO SIN POLIETILENO
TC027	41	\$ 2.591,00	\$ 63,20	PALETIZADO SIN POLIETILENO
TR002	29	\$ 2.526,00	\$ 87,10	POLIETILENO DE 32"
TR005	23	\$ 2.292,00	\$ 99,65	POLIETILENO DE 32"

Por lo anterior, si se calcula el estándar de costo del proceso de empaque actual por conceptos de insumos y mano de obra con estos datos, se tiene que el costo

promedio de la operación por paquete promedio de 44 Kg es de \$ 6,023.78, lo cual varía dependiendo del tipo de empaque el cual también se ha detallado en el cuadro anterior.

Finalmente, la última etapa consistente en la documentación formal de las diferentes formas de empaque para cada referencia, se presenta a continuación.

10. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN CON AYUDA DE PERSONAL ESPECIALIZADO, DE LAS FICHAS DE EMPAQUE DE LAS REFERENCIAS ESCOGIDAS PARA ESTE ESTUDIO EN DONDE SE ESPECIFIQUEN LAS CARAS CRÍTICAS DE LOS PERFILES.

En esta etapa se trabajó en equipo con el dibujante especializado en el software Autocad y los líderes de empaque.

El dibujante, inicialmente realizó los planos, los cuales se validaron una y otra vez con los líderes de la sección de empaque hasta que se obtuvo el diseño óptimo para el empaque de cada referencia, el cual debía cubrir las caras críticas de los perfiles, minimizando los costos por concepto de insumos y optimizando la operación de empaque como tal.

Las correcciones sugeridas por los líderes, fueron realizadas una y otra vez por el dibujante y aprobadas de nuevo por los líderes de la sección de empaque mediante una firma. Después de esto, las fichas técnicas de empaque fueron incluidas en los tomos de tal forma que los operarios puedan consultar los modos de empaque cada vez que requieran de ello.

Esto permitirá que se estandarice la forma del empaque, de tal forma que se cuente con una presentación adecuada de los productos en términos de estética y funcionalidad de los mismos.

Adicionalmente, se realizó con Emma-planta centro la homologación de 135 fichas de empaque de referencias que se producirán en todas las plantas y por ende deben tener parámetros de empaque iguales.

En este aspecto, las fichas de empaque tienen la siguiente figura:

Figura 23. Ficha técnica de Empaque y datos del perfil y del empaque

Plano del perfil con
dimensiones reales y cara
críticas

Referencia

GRUPO ALUMINA
ENCARGO PARA VENDEDOR

FICHA TÉCNICA DE EMPAQUE
GESTIÓN DE PRODUCCIÓN

REFERENCIA
D-022

DISTRIBUCIÓN DE EMPAQUE

FECHA : JUL-22-2010

EDICIÓN : 1

FECHA EDICIÓN : JUL-22-2010

MAT. PAPEL

MAT. CARTÓN

MATERIAL ENTRE PERFILES

CONTROL DE CALIDAD

HIDELUAR

JEFE DE EXTRUSIÓN

DE HETTERA

DIRECCIÓN LÍNEA DE EXTRUSIÓN

DATOS DEL PERFIL

FACTOR DE PESO (NOMINAL) (Kg/m)	0.085
LONGITUD ESTÁNDAR DE CORTE (m)	6.0
TIPO DE ROTACIÓN (ALTA-MEDIA-BAJA)	ALTA

DATOS DE EMPAQUE

UNIDADES x BULTO	90
KILOGRAMOS x BULTO (NOMINAL) (EN CRUDO)	46
DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL x VERTICAL	BASE:18 ALT:5
TIPO DE ENVOLTURA	STRECHT PAPEL
Ancho x Largo (mm)	
Espesor (mm)	
MATERIAL ENTRE PERFILES	PLASTICO
Largo x Ancho (m)	
Espesor (mm)	
TIEMPO x BULTO	(min)
MEDIDA DE TAPA	Ancho (cm)
	Largo (cm)
PERÍMETRO DEL BULTO	NOMINAL (mm)
ÁREA EXTERIOR BULTO	NOMINAL (m ²)

PLANO DEL PERFIL (mm)

LADO VISIBLE -----

POSIBLE BANDA

ESCALA

Especificación de la forma como deben ir ubicados los perfiles en el paquete y el material usado entre ellos para la protección de las caras críticas.

DATOS DEL PERFIL	
FACTOR DE PESO (NOMINAL) (Kg/m)	0.085
LONGITUD ESTÁNDAR DE CORTE (m)	6.0
TIPO DE ROTACIÓN (ALTA-MEDIA-BAJA)	ALTA
DATOS DE EMPAQUE	
UNIDADES x BULTO	90
KILOGRAMOS x BULTO (NOMINAL) (EN CRUDO)	46
DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL x VERTICAL	BASE:18 ALT:5
TIPO DE ENVOLTURA	STRECHT PAPEL
Ancho x Largo (mm)	
Espesor (mm)	
MATERIAL ENTRE PERFILES	PLASTICO
Largo x Ancho (m)	
Espesor (mm)	
TIEMPO x BULTO	(min)
MEDIDA DE TAPA	Ancho (cm)
	Largo (cm)
PERÍMETRO DEL BULTO	NOMINAL (mm)
ÁREA EXTERIOR BULTO	NOMINAL (m ²)

Los principios que se siguieron para la elaboración de las fichas de empaque fueron los siguientes:

- Peso máximo por paquete de 50 kilogramos (en promedio 44 kg)

- Protección de caras críticas lo máximo posible (si lo permite el tamaño y la forma de los perfiles)
- Optimización del plástico , papel, stretch y demás insumos empleados en el proceso
- Eficiencia del empaque
- Determinación del número de piezas mediante la siguiente formula:

$$\text{No de piezas por paquete} = \frac{\text{Kg/metro} * \text{longitud}}{\text{Peso máximo permitido (50kg)}}$$

Una vez una ficha cumpla con estas condiciones es aprobada y lista para ser consultada en piso. De esta forma, las 100 referencias tratadas en este estudio ya cuentan con su ficha de empaque validada e incluida en los respectivos tomos.

Para el proceso de elaboración de fichas, se debe tener en cuenta, la familia a la cual pertenecen los perfiles. En este sentido, se han determinado modos de empaque según familia para que los operarios sepan cómo realizar la operación de empaque cuando no se encuentre la ficha de empaque de una determinada referencia en el tomo.

Entre las familias de perfiles, se tienen:

- Platinas: El empaque de estas referencias se realiza, para las de menor tamaño en forma de columnas sin plástico ni papel, y para las de mayor tamaño (mayor a una pulgada), se realiza en forma de tendidos empleando polietileno o papel kraft entre los mismos.
- Perfiles tipo H: El empaque de estas referencias, se realiza en forma de columnas, empleando plástico o papel pieza a pieza, y separadas por cartón.
- Tubulares: El empaque de estas referencias se realiza, para las de menor tamaño en forma de tendidos con plástico o papel entre ellos, y para las de mayor diámetro (mayor a una pulgada), se realiza empleando cartón en forma de “triqui”.
- Cortineros: EL empaque de este tipo de referencias se realiza, por tendidos dobles empleando plástico entre los mismos.
- Ángulos: El empaque de estas referencias se realiza, para las de menor tamaño en forma de columnas sin plástico ni papel, y para las de mayor tamaño (mayor a una pulgada), se realiza en forma de tendidos empleando polietileno o papel kraft entre los mismos.

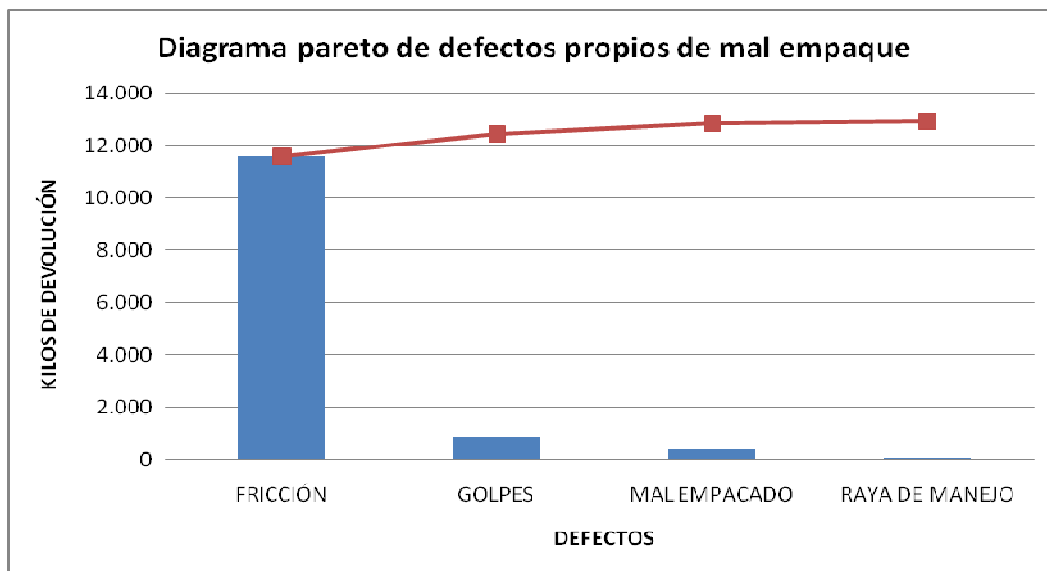
- Cielorrasos: El empaque de estas referencias se realiza por tendidos, con los perfiles ensamblados, empelando polietileno o papel kraft entre los mismos.
- Jambas: El empaque de estas referencias se realiza en columnas, empleando plástico pieza a pieza.
- Tubulares cuadrados: El empaque de estas referencias se realiza en forma de tendidos, empleando plástico o papel pieza a pieza
- Tubulares rectangulares, se realiza en columnas, empelando plástico o papel pieza a pieza
- Alfajías: El empaque de estas referencias se realiza en forma de columnas empleando plástico o papel pieza a pieza.
- Canal con aleta: El empaque de estas referencias se realiza en forma de columnas, empleando plástico entre piezas.

Teniendo claro esto, se facilitó a los operarios la elaboración del empaque para referencias que no contaban con una ficha técnica elaborada, y adicionalmente al identificarse los defectos Pareto que estaban ocasionando las devoluciones, se logró encontrar formas de empaque que impidieran el deterioro del material en el proceso logístico de almacenamiento y transporte.

Cuadro 14. Análisis defectos Pareto relacionados con un mal empaque

DEFECTOS	TOTAL	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO	FRECUENCIA ACUMULADA
FRICCIÓN	11.572	90%	90%	11.572
GOLPES	860	7%	96%	12.432
MAL EMPACADO	404	3%	99%	12.836
RAYA DE MANEJO	81	1%	100%	12.917
TOTAL	12.917	100%		

Figura 24. Diagrama de los defectos Pareto propios de un mal empaque



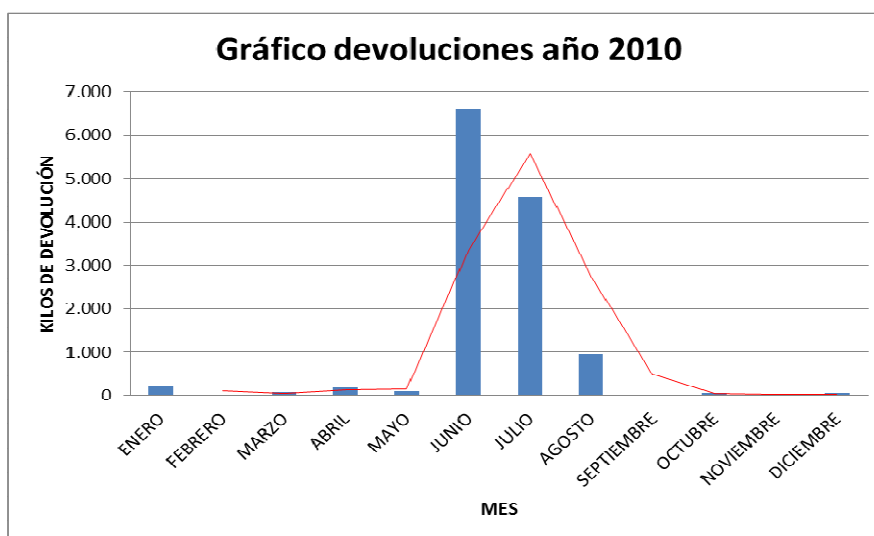
Como se puede evidenciar en los gráficos, el defecto que ocasiono mayor devolución en kilos, es decir, aquel defecto que tiene mayor impacto en las devoluciones fue la fricción, por tanto, los esfuerzos en el diseño de las fichas de empaque se basaron en que mediante el uso de los diferentes materiales de empaque se separara y agrupara los perfiles de tal manera que no existiera contacto entre las caras críticas de los mismos evitando la fricción entre las piezas.

Claro lo anterior, con todas las medidas implementadas a través del manejo de las fichas de empaque, se logró una evidente disminución de las devoluciones por defectos relacionados con un mal empaque. Esta información se muestra en el cuadro a continuación:

Cuadro 15. Comportamiento de las devoluciones por defectos relacionados con un mal empaque en el año 2010 (Kilos)

MES	DEFECTO				KILOS TOTALES DEVUELTO S	% CON RESPECT O AL TOTAL
	FRICCIÓN	GOLPES	MAL EMPACADO	RAYA DE MANEJO		
ENERO		88	131		219	1.7%
FEBRERO		18		5	23	0.2%
MARZO		8	82	1	91	0.7%
ABRIL	82	93		12	187	1.4%
MAYO	79	5	26	2	112	0.9%
JUNIO	5,948	577	78	2	6,605	51.1%
JULIO	4,557	17			4,574	35.4%
AGOSTO	839	16	87		942	7.3%
SEPTIEMBRE	28				28	0.2%
OCTUBRE	20	35		4	59	0.5%
NOVIEMBRE	19	2			21	0.2%
DICIEMBRE		1		55	56	0.4%
Total general	11,572	860	404	81	12,917	100%

Figura 26. Gráfico de las devoluciones propias de defectos relacionados con mal empaque en el año 2010



La disminución de las devoluciones es considerablemente amplia en los meses de Agosto a Diciembre, en los cuales dichas devoluciones representaron solo el 8.6% del total de las devoluciones hechas en el año, mientras que en Julio y Junio se

presentó la mayor cantidad de devoluciones por defectos relacionados con mal empaque cerca del 86.5% del total del año.

Según esto, se puede evidenciar que el trabajo con las fichas técnicas mejoró significativamente la operación de empaque y permitió disminuir las devoluciones por parte de los clientes, lo que representa un beneficio para la empresa en términos económicos y de posicionamiento en el mercado.

11. CONCLUSIONES

- Se determinó el método actual de la sección de empaque basándose en una muestra de 100 referencias de alta rotación de la perfilería en crudo. Dicho método, consiste en una serie de pasos básicos, los cuales pueden aumentar o disminuir dependiendo del tipo de empaque que requiera cada referencia. Lo anterior, permite que la operación de empaque se haga de manera clara y ordenada lo cual conlleva a la disminución de errores por parte de los operarios y al mejoramiento de la operación como tal.
- Adicionalmente, se determinó el tiempo estándar para la operación de empaque de cada una de las 100 referencias tomadas como base para la realización de este estudio. Esto, permitió determinar tanto el número de cajas por turno, como los kilogramos promedio que puede empacar una pareja en el mismo lapso de tiempo para cada referencia estudiada. Si se toman las referencias cuyo empaque se considera más crítico bien sea por el tipo de empaque requerido, el tamaño de los perfiles o el número de piezas, se encontró que una pareja tarda cerca de 13.58 minutos en elaborar un paquete cuyo peso oscila entre 43 y 44 kg, con lo que se tendría un promedio de kilos empacados por turno de 1329 Kg/turno. Lo que corresponde a lo evidenciado en las estadísticas halladas en los últimos meses en los reportes de la sección. Sin embargo, cabe mencionar que es necesario considerar las variables propias de cada referencia para la determinación del tiempo de empaque. Lo anterior, porque en muchas ocasiones existen variables externas al proceso de empaque, tales como inspecciones de calidad, asignación de otras tareas a los operarios de empaque, demoras del montacarguista, entre otras, las cuales impiden que el proceso sea continuo y que se realicen los objetivos propuestos según lo determinado en el estudio.
- En necesario tener en cuenta, que en este estudio se determinaron, además, los costos por paquete y por kilo por concepto de insumos y mano de obra empleados en la operación. De ellos se pudo concluir que para cada tipo de empaque, se requieren unos insumos específicos, y un tiempo determinado en mano de obra. En resumen, se encontró que el costo promedio por paquete de 44 Kg aproximadamente es de \$ 6,023.78, lo cual como se mencionó antes, varía dependiendo del tipo de empaque empleado y del tiempo estándar de la operación.
- Por otro lado, se diseñaron e implementaron las fichas de empaque de las referencias estudiadas con ayuda de los líderes de empaque y del dibujante a partir del mes de Agosto de 2010. El trabajo consistió en un consenso entre los

diferentes modos de empaquetar en el cual se escogió el que se consideró como más conveniente en términos de la protección de las caras críticas de los perfiles, optimización de los insumos y eficiencia de la operación de empaque como tal. Las fichas se encuentran ubicadas en los tomos dispuestos en la planta y están organizadas en orden alfabético para facilitar su consulta.

- El trabajo realizado con las fichas de empaque ha permitido que la operación se haga de forma más adecuada lo cual evita que el material sufra daños durante su manipulación y distribución y sea devuelto por defectos relacionados con esto. Lo anterior, se ve reflejado en los resultados de la disminución de las devoluciones por defectos relacionados con un mal empaque, especialmente todo lo que tiene que ver con la fricción entre las piezas, lo cual se atacó mediante el diseño de fichas de empaque que especificaran la forma de uso del material de empaque para agrupar los perfiles de tal manera que no tuvieran contacto entre sus caras críticas, disminuyendo el riesgo de fricción entre los mismos.

12. RECOMENDACIONES

- Teniendo claros los pasos básicos para la operación del empaque, es necesario implementar un programa de capacitación puntual para la zona, de tal forma que los operarios nuevos reciban la respectiva formación acerca de la importancia de la realización adecuada del empaque con el fin de minimizar el impacto de la alta rotación del personal de la sección en la calidad de la presentación de los productos a los diferentes clientes.
- Como se menciona anteriormente, existen referencias cuyo empaque se torna más crítico, bien sea por las características propias de los perfiles o por el tipo de empaque requerido. Esto hace que muchas veces dichas referencias se conviertan en atrasos ya que por su criticidad y elaboración los operarios prefieren dejarlas de lado. Es así como, el empaque de éstas no se realiza sino hasta el último momento o peor aún se debe incurrir en pago de horas extras a personal que únicamente se dedique al empaque de dichas referencias. Por ello, se recomienda emplear una nueva forma de medición del personal de la sección, que incluya el monto de kilogramos empacados, pero también el tipo de empaque utilizado y las referencias empacadas en el turno. Este nuevo sistema, logrará motivar al personal del área a la realización del empaque de estas referencias, lo que permitirá la disminución de los atrasos y horas extras que conllevan tanto a una disminución en los costos incurridos para la operación como a un aumento en el nivel de servicio, ya que se entregarán al cliente los productos en la fecha estipulada.
- Si se quieren disminuir los costos en el área de empaque, pueden explorarse cambios en las características de los insumos, por ejemplo el calibre de los plásticos podría buscarse más delgado lo que ocasionaría la disminución del costo de dicho insumo. También, es necesario tener en cuenta, que el personal de empaque debe ser programado para realizar la labor en forma continua, por tanto, no es conveniente en términos de eficiencia de la operación interrumpir el proceso para que éstos ejecuten otras funciones. De esta manera el empaque se torna lento e improductivo lo cual afecta directamente los costos del proceso, ya que se está pagando el personal pero no se están obteniendo los resultados deseados.
- En cuanto a los controles que deben de seguirse para el proyecto de las fichas técnicas, es necesario realizar auditorías constantemente, acerca del uso de las fichas por parte de los operarios así como de la existencia de los planos de las diferentes referencias en los tomos. Solo de esta forma, se podrá hacer un diagnóstico de cómo va el proceso y hacia donde se quieren dirigir las metas del mismo. Así mismo, se tendrá un control sobre los operarios que no usen las fichas, ante lo cual se deberá realizar un trabajo de concientización acerca de la

importancia de realizar adecuadamente el empaque de los perfiles y del valor que se agrega si esta operación se realiza según los parámetros establecidos con el personal más experimentado de la sección.

BIBLIOGRAFÍA

AL-DOHAIM, Y.A.; NAQVI , S.A. Using work design techniques and method engineering to enhance productivity. En: Industrial Engineering. Norcross: 1993. Tomo 25, N° 7; pg. 58, 3 pag.

ALUMINA S.A. Quienes Somos [en línea]. [Cali, Colombia]: Alumina S.A, 2010 [citado el 15 de Agosto de 2010]. Plantas. Planta de extrusión. Disponible en Internet:
http://www.alumina.com.co/alumina_spa/quienesSomos/plantas/plantaExtrusion/plantaExtrusion.php>

BURROW, Bruce. PRINCIPLES OF ESTIMATING. En: Automotive Body Repair News. Estados Unidos, Cleveland: Sep 2004. Vol. 43, Iss. 9; pg. 72, 1 pags

CASO N, Alfredo. Técnicas de medición del trabajo. 2 ed. Madrid: FC Editorial,2006 .ISBN 84-961698-98.

PAOSILA; M.S ,SANYALUCK. Applying the techiques of motion and time study, plant layout, and TQM to the real situation. En: California State University, Dominguez Hills. Estados Unidos, California:1999. 28 pags.

FERNÁNDEZ Q, Isabel; GONZÁLEZ, Peter J ; PUENTE G Javier. Diseño y medición de trabajos. España: Universidad de Oviedo, 1996. ISBN 84-7468-9-457.pags 21-22.

GÁMEZ L, Adriana. Estudio del trabajo [online]. Centro Universitario de Culiacán. Unidad II. [Creado por:Webbuilder]. Disponible en internet en: <<http://usuarios.multimania.es/estudio1adriana/experiences.html>>

KUYKENDALL, V. L. A Classic Approach. En: Manufacturing Systems. Wheaton: Diciembre, 1986. Vol. 4, Iss. 12; . 30 pags.

KENNETH, Koehler. Time Cost Analysis. En: CMA Management. Hamilton: Mayo de 1992. Vol. 66, Iss. 4; 16 pags.

MEYERS, Fred E. Estudio de tiempos y movimientos. Traducido por Gabriel Sánchez García. 2 ed. México. D.C: Pearson Educación, 2000. 334pags.

NIEBEL, Benjamin;FREIVALDS,Andris. Ingeniería industrial:Métodos, estándares y diseño del trabajo. Traducida por Marcia González Osuna.10ed.México.D.C: Alfa Omega Grupo Editor, 2001.ISBN 0-256-19507-2. pags.27-39.

QUESADA, María del Rocío; VILLA, William. Estudio del trabajo: Notas de clase. Medellín, Colombia: Fondo editorial ITM, Sep 2007.ISBN 978-958-98275-9-8.pags 67-70.

REUTER, G. Vicente. Un plan de ejecución de la productividad. Gestión Industrial. Estados Unidos, Norcross: septiembre / octubre 1980. Vol. 22, Iss. 5; 1 pag.

STEPHENS, Matthew P. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales.3ed. Pearson Educación, 2006.